UNIVERSITÉ DE PARIS — FACULTÉ DE MÉDECINE

ANNÉE 1914 N°

HYGIÈNE DES VILLES

274

L'évacuation et l'épuration des Eaux usées

Application des Théories récentes

(Les Egoûts de la Ville de Riom)

Thèse présentée pour le Doctorat en Médecine

par

M. GRASSET (J. B. F. R.)

Né à Riom, le 10 janvier 1892

Président : M. DEBOVE, professeur

IMPRIMERIE DES THÈSES DE MÉDECINE

OLLIER-HENRY Editeur

Rue Monsieur-le-Prince, 26 — PARIS (VI^e Ar^t)

1914

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen	M. LANDOUZY
Professeurs	MM.
Anatomie	NICOLAS
Physiologie	Ch. RICHET
Physique médicale	WEISS
Chimie organique et chimie générale	DESGREZ
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	BLANCHARD
Pathologie et Thérapeutique générales	ACHARD
Pathologie médicale	WIDAL TEISSIER
Pathologie chirurgicale	LEJARS
Anatomie pathologique	Pierre MARIE
Histologie	PRENANT
Opérations et appareils	BROCA
Pharmacologie et matière médicale	POUCHET
Thérapeutique	MARFAN
Hygiène	CHANTEMESSE
Médecine légale	THOINOT
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LETULLE
Pathologie expérimentale et comparée	ROGER
Clinique médicale	DEBOVE LANDOUZY GILBERT CHAUFFARD
Maladies des enfants	HUTINEL
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	Gilbert BALLET
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GAUCHER
Clinique des maladies du système nerveux	DEJERINE
Clinique chirurgicale	Pierre DELBET QUENU RECLUS HARTMANN
Clinique ophtalmologique	DE LAPERSONNE
Clinique des maladies des voies urinaires	LEGUEU
Clinique d'accouchements	BAR PINARD RIBEMONT-DESSAIGNES
Clinique gynécologique	POZZI
Clinique chirurgicale infantile	KIRMISSON
Clinique thérapeutique	A. ROBIN

Agrégés en exercice

MM.			
ALGLAVE	GUENIOT	LÉRI	RICHAUD
BERNARD	GUILLAIN	LŒPER	ROUSSY
BRANCA	JEANNIN	MAILLARD	ROUVIERE
BRUMPT	JOUSSET André	MOCQUOT	SAUVAGE
CAMUS	LABBÉ Henri	MULON	SCHWARTZ
CASTAIGNE	LAIGNEL-LAVASTINE	NICLOUX	SICARD
CHAMPY.	LANGLOIS	NOBECOURT	TANON
CHEVASSU	LECENE	OKINCZYC	TERRIEN
COUVELAIRE	LEMIERRE	OMBREDANNE	TIFFENEAU
DESMAREST	LENORMANT	RATHERY	VILLARET
GOUGEROT	LEQUEUX	RETTERER	ZIMMERN
GRÉGOIRE	LEREBOULLET	RIBIERRE	

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PÈRE, LE DOCTEUR E. GRASSET

Médecin-Chef de l'Hôpital de Riom

Chevalier de la Légion d'honneur

Mon premier... mon meilleur maître.

A MA MÈRE

A MA SŒUR

A MES PARENTS

A TOUS MES AMIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE :

M. LE PROFESSEUR DEBOVE

Doyen Honoraire

Professeur de Clinique Médicale

Médecin de l'Hôpital Beaujon

Secrétaire perpétuel de l'Académie de Médecine

Commandeur de la Légion d'Honneur

AVANT-PROPOS

Quelques années d'études, trop vite écoulées, hélas ! nous ont mené au but que consacre cet ouvrage.

Aussi n'est-ce pas sans mélancolie que nous jetons un regard sur le passé, regard d'adieu sur cette vie d'étudiant qui nous procura bien des joies et de si solides amitiés, regard de reconnaissance vers les maîtres aimés et respectés qui avec dévouement s'appliquèrent à guider nos premiers pas dans la carrière médicale.

Notre premier souvenir est pour cette excellente Ecole de Médecine de Clermont-Ferrand et son vieil Hôtel-Dieu, où trois années durant nous avons pu goûter le plaisir d'une parfaite camaraderie et d'une charmante intimité entre maîtres et élèves.

M. le professeur Bousquet, directeur de l'Ecole de Médecine, nous témoigna en plus d'une circonstance des preuves de son affectueuse sollicitude. Nous avons eu l'honneur d'être son interne à la clinique

chirurgicale et des quelques mois où nous avons pu travailler plus intimement sous sa direction, nous gardons le souvenir ému ; que ce maître, que d'autres attaches que celles d'un simple élève nous ont rendu très cher, daigne agréer ici l'expression de toute notre gratitude.

Nous avons eu le bonheur d'être le dernier préparateur de M. le professeur Argaud avant qu'il ne quittat Clermont appelé par ses hautes qualités à occuper une des premières chaires de la Faculté d'Alger. Les deux ans que nous avons passés à son laboratoire, tout empreints de la cordiale bienveillance qui fait du maître un ami restent profondément gravés dans notre cœur, ainsi que ses remarquables leçons : nous l'en remercions bien affectueusement.

A la Maternité, notre qualité d'interne de M. le professeur Planchard nous permit de mieux profiter de son excellent enseignement et nous le remercions de l'intérêt sympathique qu'il nous porta toujours.

M. le professeur Maurin assuma la charge de nous initier aux subtilités de la clinique médicale ; son extrême affabilité nous fut toujours très précieuse.

M. le professeur Billard nous ouvrit toujours son laboratoire avec la plus grande amabilité, nous gardons de ses leçons magistrales le meilleur des souvenirs.

Nous avons aussi suivi les cours de MM. les professeurs Buy, Dionis-du-Séjour, Lepetit, Mally, Merle, Moureyre, Piollet ; nous les prions, ainsi que

MM. les Docteurs Bellet et Robert et M. Gros, directeur du laboratoire municipal, d'agréer l'expression de notre gratitude.

A Paris, notre premier maître dans les hôpitaux fut M. le professeur agrégé Potocki, accoucheur de la Pitié. Il voulut bien faire preuve à notre égard d'une bienveillance toute spéciale ; nous le prions de vouloir bien accepter l'hommage de notre sincère reconnaissance. Son collaborateur, M. le professeur agrégé Sauvage, voulut bien aussi nous témoigner sa sympathie, nous l'en remercions bien vivement.

A l'hôpital Broca, élève de M. le professeur Pozzi, nous eûmes la joie de profiter quelques temps de l'enseignement de ce maître éminent, nous lui en gardons beaucoup de reconnaissance.

Enfin sur le point de terminer nos études, nous dûmes à un concours favorable de circonstances, le bonheur d'être nommé interne à l'hôpital Sadiki à Tunis. La fatalité ne nous a pas permis de rester longtemps sous l'excellente direction du docteur Brunswic-le-Bihan, mais nous tenons à assurer ce maître de notre dévouement bien reconnaissant.

M. le professeur Debove nous a fait le très grand honneur de vouloir bien accepter la présidence de cette thèse ; qu'il veuille agréer ici l'hommage de notre profond respect et de notre bien vive gratitude.

Notre dernier mot, sera pour nos amis ; les hasards de la vie ont déjà disséminé plusieurs de ceux qui au cours d'études communes nous honorèrent de la plus

cordiale amitié ; à tous, qui de près ou de loin nous témoignèrent de la sympathie, nous adressons nos remerciements les plus sincères et nous leur envoyons l'assurance que, quelles que soient les vicissitudes de l'existence, nous leur conserverons toujours notre meilleur souvenir.

INTRODUCTION

L'hygiène des villes est un des chapitres les plus importants de l'hygiène générale.

« La ville est un être collectif gigantesque, qu'il « faut abreuver d'un fleuve d'eau pure, pour l'ali- « mentation duquel il faut toute une organisation « d'approvisionnement et dont les excrétions doivent « être éloignées sans cesse par quelque mécanisme « puissant et simple, sous peine d'infection de l'air, « du sol et de l'eau. » (Arnould) (1).

Depuis qu'il y a des villes, il existe des principes pour leur construction, leur salubrité, qui s'ils ne furent pas tous strictement conformes aux données scientifiques que nous connaissons aujourd'hui, témoignent au moins de l'effort des peuples vers un idéal de bien-être social.

(1) Arnould. — Encyclopédie d'hygiène et de médecine publique, tome III, 1891

Les lois de l'hygiène moderne se développant parallèlement à la civilisation, sont devenues de plus en plus exigeantes, et si les progrès de l'hygiène individuelle semblent avoir suivi ceux de la science, il est regrettable cependant de constater que trop souvent, les collectivités ne se sont pas autant hâtées d'appliquer les idées nouvelles.

Dans cet ouvrage, nous avons voulu signaler l'effort d'une petite ville qui par ses seules ressources a montré qu'il était possible d'appliquer les plus récentes théories d'assainissement et de procurer à ses habitants ce mieux être qu'on devrait rechercher davantage au siècle tant épris de progrès où nous vivons.

Depuis quelques années, la ville de Riom s'est occupée d'organiser un programme complet d'hygiène. Nous ne voulons pas envisager ici l'ensemble de ses travaux, des voix plus autorisées que la nôtre ont causé de la réfection de la canalisation d'eau potable (1) ; nous nous contenterons ici de montrer l'application intégrale qui a été faite des derniers procédés d'évacuation et d'épuration des eaux usées.

Nous avons divisé notre ouvrage en trois parties :

Dans la première, nous traiterons de l'historique de la question, de la législation et des règlements en

(1) Dr E. Grasset. — Travaux d'hygiène de la ville de Riom (Eau potable). — Association française pour l'Avancement des Sciences (Congrès de Clermont-Ferrand ; 1908).

vigueur et nous exposerons la théorie de l'épuration biologique artificielle.

Dans la seconde, nous étudierons l'application qui a été faite à Riom de ces principes, envisageant successivement : la ville, sa situation, sa topographie, son alimentation en eau potable. Nous ferons ensuite l'historique de ses égoûts et exposerons les conditions dans lesquelles elle décida de construire un égoût moderne, la technique de l'installation, son fonctionnement et l'économie du réseau réalisé.

Enfin, notre dernière partie sera consacrée à une revue générale et une étude critique de cette réalisation.

PREMIÈRE PARTIE

L'ÉVACUATION & L'ÉPURATION DES EAUX USÉES

Historique, Législation. — A l'origine des temps, les hommes menaient une vie nomade; dès que l'endroit où ils campaient devenait insalubre, ils se déplaçaient. Plus tard, lorsqu'ils éprouvèrent la nécessité de construire des villes, ils les bâtirent au bord de la mer ou sur les rives des cours d'eau présentant le double avantage d'être à la fois des voies d'accès et des voies d'égouts.

Le drainage des villes a été pratiqué dès la plus haute antiquité: Babylone avait d'immenses égouts, dit Fonsagrives ; l'archéologue anglais Layard a reconnu que ces égouts communiquaient avec les maisons par des tuyaux particuliers. Ninive était dans le même cas.

Les Egyptiens avaient doté leurs grandes villes de systèmes d'égouts, et employaient les criminels à les nettoyer. Ils pratiquaient largement sur les plaines désertes l'irrigation agricole avec les eaux du Nil chargées des excrétions des cités.

Rome eut de bonne heure des égouts se déversant dans le Tibre. C'était merveilleux pour l'époque; depuis, deux mille ans ont passé et il est triste de constater que dans la grande majorité des agglomérations riveraines, cet état d'évacuation simpliste aux cours d'eau règne encore aujourd'hui.

Marseille, Toulon, Lyon, Bordeaux, Nantes, pour n'en pas citer d'autres, rejettent encore à la mer ou dans les rivières la plupart de leurs résidus.

Pourtant depuis longtemps, devant les ravages d'épidémies terribles (peste, choléra, typhus) la plupart des nations civilisées ont édicté des lois interdisant le rejet dans les fleuves des matières résiduaires et excrémentielles; mais, est-il besoin de le dire, ces règlements restèrent le plus souvent inappliqués.

La législation actuellement en vigueur n'est du reste pas aussi sévère qu'on pourrait le souhaiter. Peut-être est-ce dû à ce que l'on avait pas jusqu'ici trouvé un système absolument pratique d'évacuation et d'épuration des eaux usées.

En France, cette question est actuellement régie par la loi du 15 février 1902 qui a remplacé celle du 13 avril 1850.

Nous ne citerons strictement que les quelques paragraphes ayant trait à la question qui nous occupe:

Loi du 15 février 1902

Article 1er. — Dans toute commune, le maire est tenu afin de protéger la santé publique, de déterminer après avis du Conseil municipal et sous forme d'arrêtés municipaux portant règlement sanitaire : 1°. . . . . ; 2° les prescriptions destinées à assurer la salubrité des maisons et de leurs dépendances, des voies privées. . . . ., notamment les prescriptions relatives à l'alimentation en eau potable et à *l'évacuation des matières usées.*

Article 9. — Lorsque pendant trois années consécutives le nombre des décès dans une commune a dépassé le chiffre de la mortalité moyenne de la France, le préfet est tenu de charger le Conseil départemental d'hygiène de procéder, soit lui-même, soit par la commission sanitaire de la circonscription, à une enquête sur les conditions sanitaires de la commune.

Si cette enquête établit que l'état sanitaire de la commune nécessite des travaux d'assainissement, notamment qu'elle n'est pas pourvue d'eau potable de bonne qualité ou en quantité suffisante, ou bien que *les eaux usées y restent stagnantes*. . . . . ., le préfet après une mise en demeure, à la commune non suivie d'effet invite le Conseil départemental d'hygiène à délibérer sur l'utilité et la nature des travaux jugés nécessaires. . . . . .

Suivent des considérations d'ordre administratif; mais nous avons cité absolument tout ce qui pouvait toucher notre sujet (1).

Comme on en peut juger, cette loi laisse en somme une certaine latitude aux municipalités pour éta-

(1) Un projet de loi en date du 24 Décembre 1910 a été déposé par MM. Raynaud et Puech en vue de la protection sévère des cours d'eau et partant, de l'installation de dispositifs d'épuration des eaux résiduaires, convenables.

blir des règlements d'hygiène; les commissions sanitaires et les conseils d'hygiène ont fourni un gros effort pour faire accepter un minimum d'exigences, mais aussi il n'est que trop vrai d'ajouter que jusqu'ici la rigueur des lois ne triompha jamais de l'apathie de la plupart des villes et que celles des cités qui s'ouvrirent au progrès le durent bien plutôt à l'esprit d'initiative de quelques-uns de leurs administrateurs qu'à l'application des règlements.

Pour faciliter la tâche des municipalités, le conseil supérieur d'Hygiène publique de France s'appliqua à leur donner quelques conseils nets et précis. Voici à cet égard ceux donnés pour le sujet qui nous intéresse et qui sont connus sous le nom de rapport de MM. Masson et Calmette.

Rapport de MM. Masson et Calmette (1). — Ce rapport constitue en effet la base des instructions données aux services compétents pour la construction des égouts, et comme de plus c'est lui qui a servi de trâme au projet qu'a réalisé la ville de Riom, nous pensons qu'il est intéressant d'en faire connaître la teneur, au moins sur les points les plus importants.

Il débute par la discussion sur le système d'égouts à adopter : « ...L'assainissement d'une ville étant une question trop complexe pour se prêter à une solution uniforme, et pour être tranchée d'après des règles absolues, la municipalité avant de faire choix

(1) Extrait de la revue d'hygiène et de police sanitaire (T. XXXI, N° 10; octobre 1909).

de l'un des deux systèmes applicables à l'établissement d'un réseau d'égouts, système unitaire ou système séparatif, devra se livrer à un examen approfondi des circonstances locales... » On connaît le principe de chacun de ces systèmes : « dans le premier (unitaire) un seul réseau d'égouts recueille à la fois les eaux ménagères et industrielles, les vidanges et les eaux pluviales ; dans le second (séparatif) les eaux ménagères et les eaux industrielles avec les matières de vidanges sont reçues dans le réseau d'égouts proprement dit et les eaux pluviales s'écoulent de leur côté directement dans un cours d'eau naturel ».

« Le système unitaire convient plus particulièrement aux grandes agglomérations urbaines comptant de vingt mille à cinq cents mille habitants ou même plus... il rend l'épuration des eaux difficile et assez coûteuse en raison de leur volume relativement considérable et aussi parce que ces eaux retiennent des sables et des graviers de la voie publique.

A ce point de vue, le système séparatif présente certains avantages, dont le principal consiste en ce que le volume des eaux écoulées étant sensiblement le même pour chaque période de 24 heures, on peut l'épurer en totalité dans les meilleures conditions. »

MM. Masson et Calmette étudient ensuite le type de canalisation à adopter : « Les galeries conviennent aux grandes villes tandis que les conduits doivent l'emporter partout où la considération d'économie (et c'est le cas le plus général) doit primer toutes

les autres ». Les conduits sont formés de tuyaux en grès vernissé, en béton de ciment ou en béton armé et leur diamètre pratique varie de 0 m. 15 à 0 m. 60.

« Les égouts sont en communication avec les voies publiques par un certain nombre de bouches et de regards. Les regards doivent être disposés en nombre suffisamment grand et à des intervalles assez rapprochés pour que toutes les parties d'égouts sans exception, puissent à chaque instant être examinées, curées, et réparées au besoin.... »

En ce qui concerne l'aération, « les égoûts doivent être nécessairement en communication avec l'air extérieur... la présence de l'air est la meilleure garantie contre la fermentation putride des matières organiques dont les eaux sont chargées. »

Un état permanent de propreté est indispensable et doit être entretenu au moyen de chasses d'eau. « Elles résultent d'évacuations brusques d'eau emmagasinée à cet effet dans des réservoirs appropriés dont la décharge peut être obtenue soit par une simple vanne, soit par un siphon à fonctionnement automatique.... »

Notons aussi cette phrase dont l'importance n'échappera à personne : « En ce qui concerne le débouché des égouts, le conseil supérieur considère comme inacceptable le déversement des eaux non épurées dans un fossé ou une rigole à ciel ouvert qui devient promptement une cause d'infection ; les eaux usées doivent couler dans des galeries ovoïdales ou

dans une conduite cylindrique jusqu'à leur point d'évacuation.

Il n'est pas admissible qu'une ville puisse souiller d'une manière quelconque les cours d'eau qui la traversent ou qui coulent dans son voisinage. On ne saurait donc approuver aucun projet dans lequel les eaux recueillies par les égouts seraient déversées sans épuration préalable dans un ruisseau, un canal, un lac, une rivière, un fleuve ou même dans la mer à proximité des ports, des plages ou des parcs à coquillages.... »

Comment réaliser l'épuration ? — « La quantité moyenne d'eaux usées additionnées ou non des matières de vidanges, produite dans les agglomérations urbaines doit être calculée au minimum à raison de 100 litres par habitant et par 24 heures. En tenant compte des excréments d'animaux domestiques, ces cent litres renferment environ 25 à 40 grammes de matières sèches (organiques ou minérales) soit 250 à 400 gr. par mètre cube...

L'épuration peut être réalisée :

1° Soit avec le concours de réactifs chimiques ;
2° Soit par le sol (épandage avec ou sans utilisation culturale) ;
3° Soit par les procédés biologiques artificiels (lits bactériens, avec ou sans fosse septique).

L'épuration chimique, très coûteuse et très difficile à réaliser dans des conditions satisfaisantes, doit être réservée aux eaux résiduaires industrielles.....

L'épuration biologique naturelle par le sol (épandage avec ou sans utilisation culturale) est assurément le procédé qui, pour le traitement des eaux d'égouts des villes donne en général les résultats les plus parfaits avec le minimum de dépenses. Mais le procédé n'est applicable que lorsqu'on dispose, à faible distance de l'agglomération urbaine de terrains suffisamment vastes, assez peu coûteux, d'une constitution homogène sur une assez grande profondeur et régulièrement perméables....

Les procédés biologiques artificiels permettent d'effectuer l'épuration des eaux d'égouts sur des sols artificiellement constitués par des matériaux très perméables (tels que scories ou machefer, pouzzolanes, ou corps poreux de toutes sortes) disposés en lits sur une épaisseur moyenne de 1 m. 50 à 2 m.

A la surface de ces lits, on déverse par intermittences, soit au moyen de canalisations desservies par des réservoirs de chasse, soit au moyen de dispositifs mécaniques quelconques, dont on connaît actuellement un grand nombre de systèmes, des volumes d'eau d'égout correspondant en moyenne à 500 litres par mètre carré de surface et par heures... Le liquide filtre à travers le sol poreux et s'y débarrasse de la matière organique qu'il contenait. Celle-ci est rapidement transformée en nitrates par une série d'actions microbiennes d'autant plus actives que l'aération du lit est plus parfaite dans toute la masse de matériaux qui la constituent...

Suivent les conditions d'une bonne épuration. Il faut :

« a) Que l'eau distribuée à la surface du lit soit débarrassée aussi parfaitement que possible de toutes matières en suspension ;

b) que la distribution soit régulière et que les déversements soient réglés de telle sorte que l'oxydation des substances organiques dissoutes, fixées sur les matériaux pendant les périodes de mouillage, ait le temps de s'effectuer. »

La première condition peut être réalisée par décantation simple, on doit préférer à ce procédé celui des « fosses septiques ».

« Les fosses septiques sont des bassins profonds de 2 m. à 4 m. et d'une capacité correspondant au débit total fourni par l'égout en 24 heures... Elles remplissent la double fonction de bassin de décantation et de bassin de fermentation... Les fermentations complexes qui s'y accomplissent ont pour résultat de solubiliser environ 30 à 50 % des matières organiques en suspension qu'elles reçoivent... Pour éviter l'encombrement trop rapide des fosses septiques par des corps étrangers insolubles (sables, scories, cendres), il est toujours nécessaire de n'y admettre que des eaux d'égout grossièrement décantées, soit au moyen de bassins spéciaux munis de grilles placées à leur entrée, soit au moyen de décanteurs mécaniques dont il existe un grand nombre de systèmes.

« L'effluent des fosses septiques est évacué et dis-

tribué sur les lits bactériens, comme il a été dit ci-dessus... L'épuration ne s'accomplit que sur les lits bactériens par l'action des ferments aérobies dont sont peuplés les matériaux poreux qui les constituent... »

« ...Tels sont les principes généraux qui permettront aux intéressés de faire un choix judicieux parmi les dispositifs d'assainissement dont l'efficacité est actuellement démontrée, en tenant compte des conditions économiques et des exigences sanitaires de chaque localité.

« Les commissions sanitaires de l'arrondissement et les conseils d'hygiène départementaux devront veiller à ce qu'aucun projet d'épuration d'eau d'égout ne soit approuvé sans que les conditions de contrôle ci-après établies par le conseil supérieur d'hygiène publique aient été imposées et acceptées par ceux qui en assureront l'exécution. »

Sont énumérés ensuite les « Documents à fournir à l'appui des demandes d'autorisation de construction d'égout ou de projet d'assainissement. »

Le rapport traite encore du contrôle de l'épuration et des méthodes d'analyse. Nous n'en retiendrons que la conclusion : « ...Nous estimons qu'on doit provisoirement admettre que l'*épuration est satisfaisante:*

1° *Lorsque l'eau épurée ne contient pas plus de* 0 *gr.* 03 *de matières en suspension par litre ;*

2° *Lorsque après filtration sur papier, la quantité d'oxygène que l'eau épurée emprunte au perman-*

ganate de potassium en 3 minutes, reste sensiblement constante avant et après 7 jours d'incubation à la température de 30 degrés en flacon bouché à l'émeri ;

3° *Lorsque avant et après 7 jours d'incubation à 30 degrés l'eau épurée ne dégage aucune odeur putride ou ammoniacale;*

4° *Enfin lorsque l'eau épurée ne renferme aucune substance chimique capable d'intoxiquer les poissons et de nuire aux animaux qui s'abreuveraient dans les cours d'eau où elle est déversée.* »

Si nous nous sommes aussi longuement attardés à citer les passages importants de ce rapport, c'est moins peut-être en raison de son caractère officiel qu'à cause de la clarté et de la précision que les auteurs, vraiment spécialisés, ont apporté dans l'étude de cette question.

Nous nous empressons d'ajouter que c'est sur les bases de ce document que fut établi le projet d'égout de la ville de Riom qui va nous occuper. Nous réservant de le discuter plus tard, nous disons de suite que c'est le procédé biologique artificiel qui a été adopté comme convenant le mieux aux conditions de cette ville. Aussi croyons-nous qu'avant d'entrer dans le vif du sujet, il n'est pas superflu de rappeler le mécanisme des actions microbiennes qui sont le fondement de l'épuration biologique et d'accorder à cet

exposé quelques développements de plus que ne le comportait le rapport de MM. Masson et Calmette.

Théorie biologique artificielle. — Le mérite initial doit en revenir à Pasteur. Ce sont vraiment les recherches de notre grand savant, sur les fermentations (1861) qui ont ouvert la voie, en faisant connaître l'action des microbes sur la matière organique.

Après lui, deux savants français également, Schlœsing et Muntz découvrirent en 1877 que la nitrification est due à des micro-organismes vivants : les ferments nitreux et nitriques.

En 1881, Louis Mouras, de Vesoul, fait bréveter sa vidangeuse automatique, première application — très imparfaite — des fermentations à l'épuration des eaux usées et matières de vidanges.

C'est à 1895 qu'on s'accorde en général à faire remonter les origines du procédé; nous venons de montrer que ce n'est pas rigoureusement exact. C'est à cette époque qu'un anglais, Dibdin, chimiste-conseil de la ville de Londres, proposa un nouveau système d'épuration des eaux usées, basé sur l'activité destructive des microbes à l'égard de la matière organique. Ses premiers essais eurent même lieu en 1892 à Sutton où il faisait arriver directement des eaux usées sur des tamis filtrants composés de coke et de sable; mais un encrassement rapide se produisait et il chercha à perfectionner le procédé.

En 1895, Donald Cameron, ingénieur à Exeter, imagina la première fosse septique (« séptic Tank »)

Dès lors, la méthode était lancée, le monde savant s'y intéressa et plusieurs localités la mirent même à l'essai en Angleterre. Mais, presque fatalement, chacun voulut s'ingénier à perfectionner la nouvelle méthode, et il s'en suivit une véritable course aux brevets qui n'eut d'autres résultats que d'amener de graves mécomptes et presque, même, la faillite du système.

Seule la grande ville industrielle de Manchester, l'installa convenablement et en fit l'objet d'études pratiques très importantes.

En France, la méthode était encore peu connue, lorsque sur l'initiative d'un consortium de propriétaires et des communes du département du Nord, les pouvoirs publics chargèrent l'Institut Pasteur de Lille d'entreprendre l'étude des meilleurs systèmes d'épuration.

Bien soutenu par d'importants subsides, le Docteur Calmette et ses collaborateurs purent alors élargir le cercle des études et porter la méthode hors du laboratoire.Une station expérimentale créée par leurs soins fut installée près de Lille sur le territoire du faubourg de la Madeleine, au débouché d'un collecteur le plus chargé en produits résiduaires de provenances diverses.

Les résultats d'une première période expérimentale furent publiés par le distingué directeur de l'Institut Pasteur de Lille un an après le début du fonc-

tionnement. Il les condensa en un ouvrage (1) qui devait en précéder bien d'autres (2) sur le même sujet et qui tous sont merveilleux de précision scientifique.

Se faisant l'ardent apôtre d'une grande cause d'hygiène sociale, M. Calmette a depuis cette époque multiplié les conférences et les ouvrages pour propager la méthode dont on peut dire que s'il n'en fut pas l'inventeur, il en fut bien le meilleur auxiliaire et le plus chaleureux défenseur.

Les parfaits résultats qu'il a pu obtenir grâce à la bonne organisation de sa station expérimentale, ont permis d'édifier solidement la théorie en principes définis :

Il importe tout d'abord de définir l'épuration. On a trop longtemps, en effet, confondu *l'épuration* avec *la clarification*. Or, cette dernière — aussi bien appliquée aux eaux résiduaires qu'aux eaux potables — se borne à séparer mécaniquement ou à précipiter chimiquement les particules flottantes non dissoutes ou coagulables. Elles laissent intactes une partie ou la totalité des substances dissoutes telles que les sucres ou les composés ammoniacaux. Or, toute eau renfermant de ces substances en proportion quelconque, est *putréscible :* elle reste quelquefois nauséabonde ; elle pollue les cours d'eau et nuit à la vie des poissons et des plantes, on ne peut donc pas la considérer comme épurée.

(1) Calmette. — Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égoût (Masson 1905).

(2) Voir bibliographie à la fin du volume.

Pour réaliser une épuration véritable, il est nécessaire que les matières organiques soient complètement décomposées et ramenées à l'état de matière minérale, c'est-à-dire de nitrates ou d'azote libre, de gaz carbonique, d'hydrogène ou d'hydrocarbures gazeux et d'eau.

Il n'y a que deux agents capables d'effectuer cette désintégration molléculaire des substances organiques : *le feu* ou *les microbes.*

L'emploi du feu est impraticable pour les eaux d'égout, en raison de l'énorme dépense de combustible qu'il faudrait pour évaporer et calciner ensuite les résidus secs.

Il n'est donc possible de s'adresser qu'aux microbes qui sont du reste, les agents naturels de décomposition et de désagrégation de tous les résidus animaux et végétaux.

Les eaux d'égout des villes renferment, en proportions variables, toutes sortes de matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension.

L'épuration ne doit porter que sur les matières organiques puisque ce sont elles qu'il s'agit de minéraliser. Celles qui se trouvent à l'état dissout sont les plus faciles à désintégrer; quant à celles qui sont à l'état solide, elles se trouvent plus ou moins finement divisées à l'état de suspension. Ce sont sur ces dernières que le traitement préalable doit porter, ayant pour but, par une série de désintégrations successives, de les liquéfier et de transformer les éléments complexes qui les constituent en éléments plus

simples et finalement en produits gazeux, en ammoniaque et en nitrates suivant leur nature hydrocarbonée ou azotée.

L'épuration biologique consiste à utiliser successivement les diverses espèces microbiennes qui opèrent la désintégration puis la minéralisation des matières organiques.

Les espèces microbiennes qui entrent en jeu dans ce travail appartiennent à deux grands groupes : *les anaérobies* et *les aérobies.*

Les premiers (germes anaérobies) ont pour principal rôle la solubilisation des matières organiques complexes et solides, qu'ils transforment soit en peptone et en ammoniaque si ces matières sont azotées, soit en eau, gaz carbonique, hydrogène et carbures d'hydrogène, si elles sont hydrocarbonées.

Au second groupe (germes aérobies) est dévolue la fonction essentielle de l'épuration. Ce sont eux qui empruntent l'oxygène de l'atmosphère pour le fixer sur l'ammoniaque et la transformer en azote nitrique et en nitrates... d'où leur nom de ferments nitrificateurs.

On conçoit que le travail simultané de ces deux groupes de microbes soit rendu particulièrement difficile par ce fait que les anaérobies attachent l'abri de l'air comme condition de leur développement ; tandis que les aérobies ont besoin d'une énorme quantité d'oxygène pour réaliser une bonne oxydation.

Il en résulte, théoriquement, deux phases dans l'épuration :

L'une de *solubilisation, anaérobie,*

L'autre *d'oxydation* ou nitrification, aérobie.

La phase de solubilisation s'accomplit dans les fosses septiques; celle d'oxydation s'effectue sur les lits bactériens.

Les fosses septiques sont restées sensiblement les mêmes depuis l'origine de la méthode; on a bien cherché à perfectionner, mais à vrai dire, ces améliorations ne furent pas toujours heureuses. Pour les grandes installations comme celles des villes, l'extrême simplicité est encore ce qu'il y a de mieux. L'essentiel est que la fosse soit étanche, le niveau constant et la vitesse de circulation de l'eau suffisamment réduite pour permettre une bonne décantation et une fermentation efficace.

Quant aux lits bactériens jusqu'à ces dernières années, on employa les lits de contact qui consistaient en de vastes bassins remplis de matériaux poreux en contact desquels on laissait séjourner l'eau pendant un temps déterminé. Ce procédé donnait de bons résultats mais présentait de graves inconvénients dont le principal était de coûter trop cher en frais de premier établissement et en frais de fonctionnement (jeu de vannes compliqué, exigeant un personnel compétent nombreux, etc.).

Actuellement, on n'emploie que les lits percolateurs (percolating système des Anglais). Le lit bactérien, non enserré dans des murs, est constitué par un simple tas de scories et on n'y reçoit l'eau que par intermittences convenablement réglées pour assurer

une bonne aération du lit. Des systèmes automatiques divers assurent la distribution très égale aux intervalles déterminés; les frais d'établissement et l'entretien sont ainsi réduits au minimum.

DEUXIÈME PARTIE

LES ÉGOUTS DE LA VILLE DE RIOM

La ville de Riom, ancienne capitale du duché d'Auvergne, aujourd'hui siège de Cour d'appel et sous-préfecture du Puy-de-Dôme, est située au cœur de la Limagne.

L'immense vallée, enclose entre la chaîne des Dômes et les monts du Forez, s'étale sur une largeur d'environ quarante kilomètres. Tandis que l'Allier s'incline à l'est pour suivre les bords mêmes des côteaux du Forez, la vaste plaine ondulée s'étend sur sa rive gauche, un peu monotone vers le « Marais », puis variée et riante vers les contreforts au-dessus desquels s'étagent les côteaux et la masse de granit qui sert de support aux Dômes géants.

C'est sur un de ces contreforts orientés de l'est à l'ouest et s'éteignant dans la plaine que Riom est bâtie à environ 350 mètres d'altitude.

Le panorama que l'on a de Riom est splendide : au sud, le plateau de Châteauguay et celui de Gergovia où s'affirma dans une éclatante victoire notre unité nationale; à l'ouest, les côteaux couverts de vignes, entrecoupés de vertes prairies; et dans le fond, la chaîne des Dômes majestueux profilant leur silhouette sur le ciel bleu; au nord et à l'est enfin, on a sous les yeux le spectacle le plus complet de cette plaine de Limagne, que dès les temps les plus reculés, tant d'écrivains et de poètes vantèrent à l'égal des plus riches pays du monde.

La ville proprement dite, entourée d'un large boulevard circulaire est divisée en quatre secteurs par deux grandes artères, l'une méridienne, l'autre équatoriale. La pente, sur le versant nord, est très prononcée : du ruisseau le Sardon, qui coule à son pied, à 327 mètres d'altitude, au sommet de la ville (357 mètres), la différence de niveau est de 30 mètres.

Le versant sud offre une pente plus douce, l'Ambène qui le baigne coule à 339 mètres. En dehors des boulevards, quatre faubourgs prolongent les quatre grandes artères.

Nous venons de dire en passant deux mots des ruisseaux qui irriguent Riom, l'Ambène et le Sardon naissent (ainsi que la Morge) sur le plateau granitique qui sert de soubassement aux Dômes, à environ 850 mètres d'altitude, entre les puys de Verrières et du Chalard, les derniers au nord de la grande chaîne des Dômes. Ces deux ruisseaux qui gardent une direction parallèle, se dirigent de l'ouest à l'est,

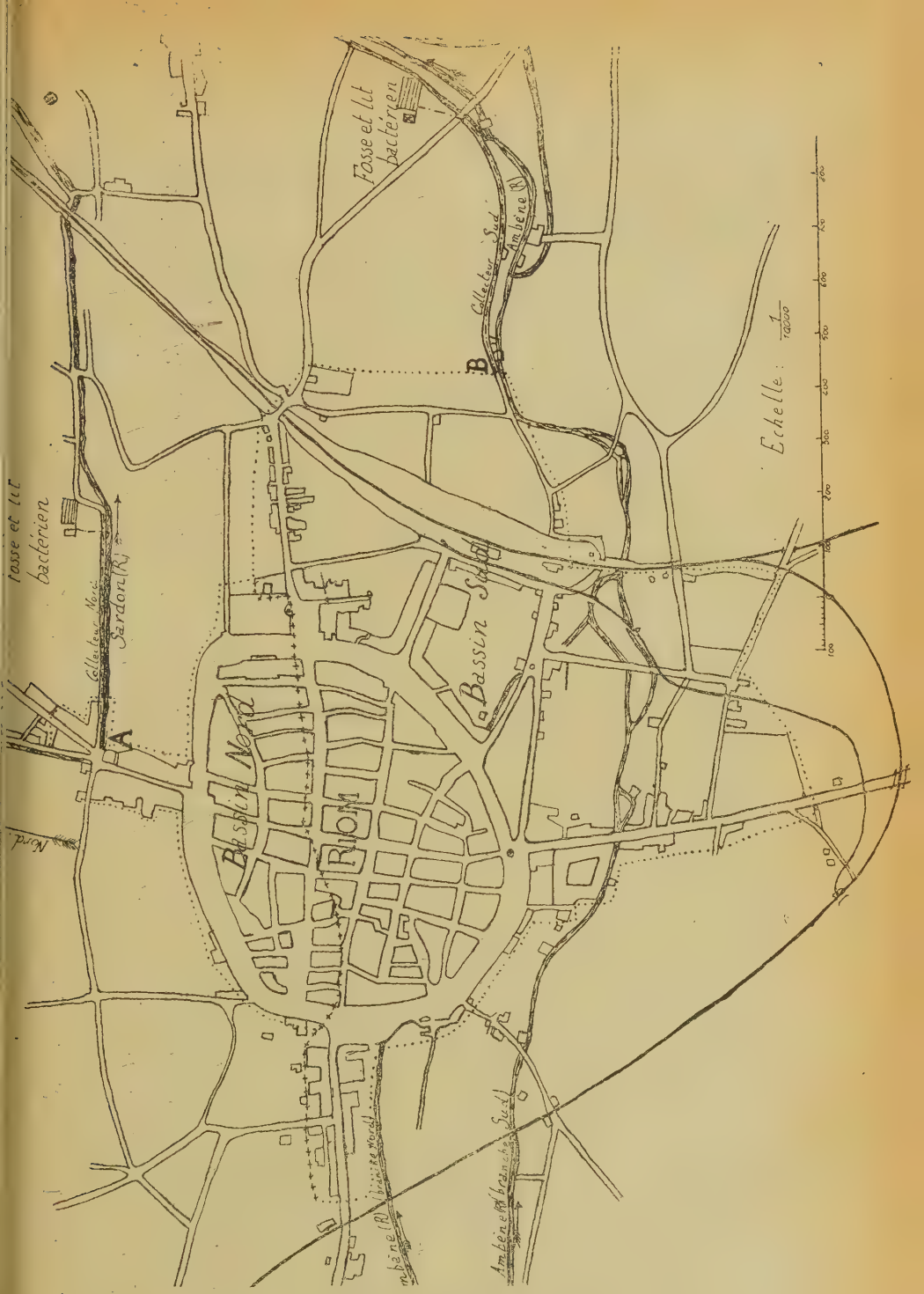

Fig. 1. — Plan de la ville de Riom

A : Origine du collecteur Nord ;
B : Origine du collecteur Sud ;

++++++ séparation des deux réseaux.
. . . . . limite des parties assainies.
- - - - - collecteurs.

séparés par l'éperon qui porte Riom avant de s'éteindre dans la plaine.

L'Ambène traverse en cascade les gorges d'Enval, se grossit des abondantes sources de Saint-Genès, arrose Mozac et le flanc sud de la ville de Riom.

Le Sardon descend le val étroit de Chazeron et débouche dans la plaine, à Châtel-Guyon; sur ses bords naissent les sources thermales connues dans le monde entier; il passe à St-Bonnet, puis au nord de Riom, et grossit l'Ambène au nord-est de la ville.

L'Ambène devient alors un important cours d'eau, traverse la plaine, reçoit le Béda et se jette dans la Morge, à quelques kilomètres de l'Allier.

La ville est privilégiée en ce qui concerne son alimentation en eau potable : les sources de St-Genès, très abondantes (43.000 mètres cubes par jour) fournissent une eau remarquablement pure et toujours identique aux nombreuses analyses. Une partie de ces eaux est actuellement amenée à Riom par une canalisation neuve, construite en 1906, sous les auspices de la municipalité actuelle dont le réseau d'égouts qui nous occupe représente le deuxième terme de son programme d'hygiène. Le débit de cette canalisation n'est jamais inférieur à 2.000 mètres cubes par 24 heures, soit au minimum 200 litres par habitant et par jour; à certains jours, il atteint 3.400 mètres cubes.

Historique des égouts de la ville de Riom. — L'existence de Riom à l'époque gallo-romaine ne fait

plus guère de doutes, mais plusieurs constatations permettent d'affirmer que le vieux Ricomagus dont parle Sidoine Appollinaire, dut être refait à un moment de son histoire et tout porte à croire que ce fut au XII[e] siècle, date à laquelle on commença à bâtir en lave de Volvic.

De cette époque vraisemblablement, date un système complet d'égouts : de nombreuses conduites recevant à la fois les immondices, les eaux ménagères, les eaux de pluies des maisons se réunissaient pour se déverser soit dans les fossés de la ville, soit dans les ruisseaux, d'Ambène et du Sardon ; ce fut la belle époque du tout au ruisseau après le tout à la rue, le progrès n'était pas mince.

La pente de ces égouts était très forte et malgré l'absence de chasses d'eau, l'eau des fontaines suffisait pour assurer le lavage et l'écoulement continu des canaux. L'entretien des égouts était l'objet d'une très grande surveillance ; chaque année, un maître maçon, désigné par la corporation, était chargé de procéder à leur inspection. Cette excellente pratique disparut vers le milieu du siècle dernier, on ne sait par suite de quelles circonstances.

L'abandon de toute surveillance amena rapidement l'obstruction des canaux, et comme ceux-ci passaient non dans l'axe des rues, mais sous les habitations et les propriétés particulières, quelquefois à une grande profondeur, il devint à peu près impossible de les remettre en état.

En 1894, Bouchereau et Grasset écrivent (1) : « l'état actuel des égouts est déplorable... ». Une réfection s'imposait que les auteurs laissaient prévoir : « Si nous jetons un regard vers le passé, nous ne pouvons nous empêcher de penser que la situation de Riom, du temps de l'intégrité de ses égouts, était très enviable. Il serait assurément très désirable de voir renaître cette ancienne splendeur des égouts qui a contribué, pour sa part, en assurant la propreté à établir cette réputation de beauté que la ville avait autrefois... En somme, il suffirait d'un simple retour à ce *tout-à-l'égout* dont nos ancêtres avaient doté la ville ».

La réalisation de ce projet ne pouvait être envisagée qu'après la réfection de la canalisation d'eau potable. Celle-ci fut exécutée en 1906. Aussitôt après, on mit sur pieds l'étude définitive d'un réseau d'égout, moderne.

Ces travaux d'hygiène furent l'œuvre et resteront la trace du passage du médecin à la direction des affaires communales, où il fut le collaborateur immédiat d'un homme éminent, très accessible aux idées modernes, M. Clémentel, ancien vice-président de la Chambre, et plusieurs fois ministre. Associés dans une étroite collaboration, ils réalisèrent en le modernisant, le fameux édit de Caton : « *ad urbis nos-*

(1) Bouchereau et E. Grasset. Topographie médicale de Riom 1894. Mention honorable de l'Académie de Médecine.

trü salubritatem » (1), s'efforçant en ramenant à la ville le « fleuve d'eau pure » et en assurant un drainage perfectionné de rendre à leur cité un peu de son éclat des temps passés.

La première étude pour les nouveaux égouts date d'octobre 1904. Ce projet fut adopté, sous réserve de modification de détails, par le conseil supérieur d'hygiène publique de France, après rapport du docteur Deschamps. Ce premier projet ne fut pas exécuté. Il était du reste beaucoup plus modeste que celui qui va nous occuper et ses procédés d'épuration n'étaient pas très perfectionnés. La réalisation en fut empêchée par le vote par le Parlement de deux lois, en date du 27 avril 1906 et 27 juillet 1907, déclarant d'utilité publique la création des lignes de Riom à Châtel-Guyon et de Riom à Vichy. Les travaux nécessitèrent d'une part l'occupation de terrains primitivement choisis par la ville pour l'établissement des bassins filtrants et du champ d'épandage, et d'autre part un remaniement et un agrandissement de la gare de Riom sous laquelle le collecteur sud devait être établi.

Tout cela retarda donc la construction du réseau; cependant le conseil municipal ne s'en désintéressait pas et à plusieurs reprises, il manifesta son intention d'en poursuivre l'exécution.

Mais alors, les hommes et les idées ont changé. M. l'ingénieur Lajugie, prié de modifier son premier

(1) Caton l'Ancien, censeur en l'an 184 av. J. C.

projet pour l'adapter à un nouvel état de choses, s'inspire dans son étude des théories nouvelles sur l'épuration des eaux usées et notamment des conseils donnés en « instructions générales » au service des travaux publics, par le conseil supérieur d'hygiène publique de France après rapport de MM. Masson et Calmette.

Le 20 juillet 1910, M. Lajugie déposa un rapport complet approuvé de suite par le conseil municipal et par l'administration supérieure le 26 octobre 1910.

Les travaux, rapidement adjugés, commencèrent le 15 mars 1911 et furent terminés complètement le 18 mars 1912. Mais le nouvel égout était déjà en état de fonctionner le 15 février 1912.

La réception officielle des travaux eut lieu le 20 avril 1912.

Technique de l'installation

1° Réseau Urbain.

La population totale de Riom sensiblement constante depuis une cinquantaine d'années a donné aux derniers recensements des chiffres oscillants autour de 10.000 habitants. Le dénombrement le plus récent donne exactement 10.500 habitants.

Les égoûts déservent actuellement une population de 7.000 habitants, qui atteindra 9.800, soit la presque totalité de la population agglomérée, une fois tous les branchements terminés. Les maisons pouvant être reliées au réseau sont au nombre de 1.400 et contiennent 8.000 habitants; la différence avec le chiffre indiqué ci-dessus représente la population militaire et une population spéciale: hôpital, maison centrale, etc...

Le système adopté est le système séparatif dont les avantages sont surtout précieux pour les petites villes comme celle qui nous occupe. On n'admet donc

à l'égout que les eaux ménagères et industrielles et les matières de vidange, à l'exclusion des eaux pluviales qui sont évacuées par les anciens acqueducs antérieurement en service.

Le réseau d'une longueur totale de 15.500 mètres (chiffre à souligner, étant données l'étendue et la population de la ville) est constitué par des canalisations en ciment.

Suivant l'importance, la longueur et la position des rues, les tuyaux varient comme type et comme diamètre. On a utilisé deux types : le premier est constitué par des tubulures de section circulaire dont le diamètre utilisable varie de 0 m. 20 à 0 m. 60; le deuxième type de canalisation a été adopté pour les rues à pente faible, il est du seul diamètre de 0 m. 30, il représente en coupe un carré et est formé de deux parties : une inférieure en U reçoit à emboitement un couvercle qu'il est facile d'enlever pour effectuer un nettoyage s'il survenait une obstruction.

L'égout passe en général dans l'axe même des rues à une profondeur minima de 1 m. 60, atteignant sur certains points 6 m. 30. Notons que dans quelques rues, Riom possède encore des tronçons d'anciens égouts maçonnés où il est possible de circuler. Dans ces souterrains, pour drainer les eaux, on a bâti une rigole, assimilable, en somme, à la cuvette des égouts parisiens

Les branchements particuliers se jetant dans le réseau urbain sont du diamètre de 0 m. 15.

Il résulte de la configuration de la ville, avec ses

deux versants comme nous l'avons exposé, qu'il eut été difficile, sinon impossible, de tout ramener à un collecteur unique : on a donc établi deux réseaux, nord et sud, fonctionnant séparément. Le réseau sud, draîne environ les eaux des deux tiers de la ville, le dernier tiers étant l'apanage du réseau nord (Voir plan 1, page 36).

Communication avec la voie publique. — L'égout est en communication avec les rues par des regards de 0 m. 30 espacés de 30 en 30 m., permettant une visite facile et rapide. Leur nombre s'élève à 223.

En outre de ces regards ordinaires, des regards spéciaux avec puisard à sable sont placés aux croisements des rues et empêchent les corps lourds échappés des immeubles de cheminer longuement dans les tuyaux. Il y en a 40 en ville.

Aération. — Elle est nécessaire pour permettre à l'air qui remplit la canalisation de s'échapper quand l'eau afflue, par exemple au moment des chasses d'eau; et à l'air atmosphérique d'y rentrer quand l'eau s'écoule. Nous avons vu du reste que cette circulation d'air est le meilleur garant contre la fermentation. On l'a réalisé par des cheminées d'aération, adossées aux bâtiments communaux. Cette ventilation est d'ailleurs singulièrement facilitée par la disposition maillée des rues qui permet le raccord des canalisations entre elles sur un grand nombre de points. Enfin, les regards concourent aussi à cette aération.

Nettoyage. — Il est indispensable que l'égoût soit maintenu en état permanent de propreté grâce à un lavage automatique au moyen de chasses d'eau. Ces chasses résultent d'évacuations brusques d'eau emmagasinée à cet effet dans des réservoirs appropriés, dont la décharge est obtenue par un siphon à fonctionnement automatique, système Geneste Herscher.

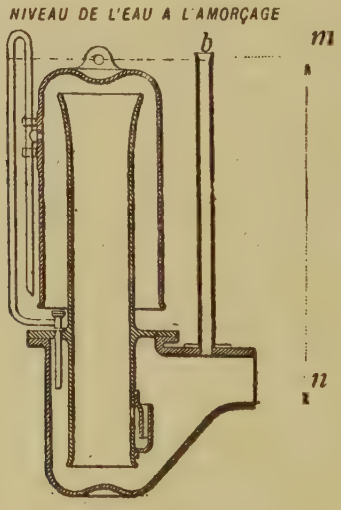

Fig. 2

Siphon automatique de chasse d'eau, système Geneste Herscher ; avec tubes barostatique et régulateur.

(Voir fig. 2, p. 46) (1). Il y a ainsi 22 réservoirs de chasse placés à tous les points hauts ; ceux situés sur

(1) Le tube barostatique assure le rétablissement de la pression après la chasse. Le régulateur a pour but d'empêcher toute rentrée d'air pendant la chasse ; d'éviter tout déréglage de l'appareil en cas d'occlusion accidentelle à l'aval; de régler à volonté le débit des chasses d'eau.

la crête de séparation des deux réseaux sont à deux départs, envoyant leur eau des deux côtés. Ils sont alimentés soit au moyen du trop plein des fontaines à jet continu, soit directement par la canalisation d'eau potable dont le débit largement suffisant n'atteint que rarement le minimum de 2.000 mètres cubes par jour.

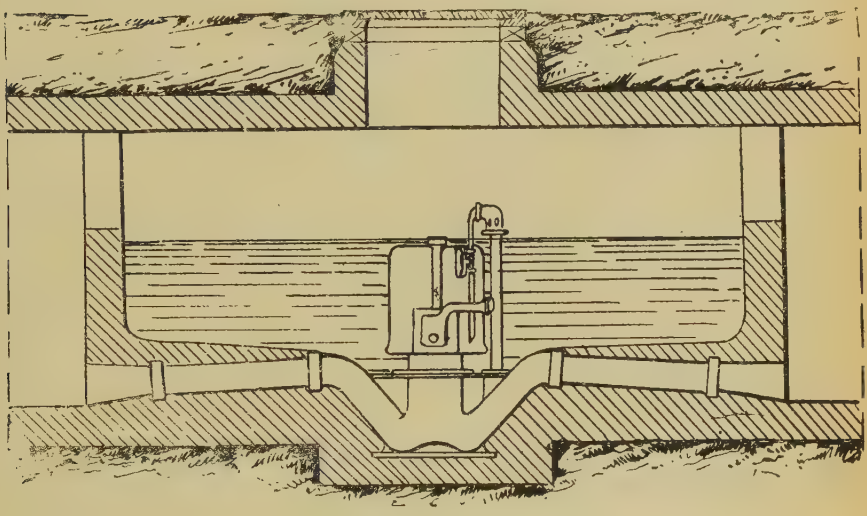

Fig. 3

Coupe d'un réservoir de chasse automatique à deux départs.

La capacité des réservoirs de chasse est d'environ deux mètres cubes et leur évacuation a lieu huit fois par jour, l'amorçage des différents siphons étant réglé pour ne jamais se produire au même moment dans un même quartier.

En plus des chasses automatiques, le nettoiement

des tronçons est aussi facilité par la multiplicité des regards de visite.

Pente. — Elle est rapide sur le réseau nord (6 cm par mètre) et largement suffisante pour le réseau sud (3 cm par mètre).

En aucun cas, dans l'intérieur de l'agglomération, elle n'est inférieure à 10 mm par mètre. Il en résulte qu'un tuyau de 0 m. 30 pourrait débiter en pleine charge plus de 82 litres à la seconde, soit plus de 7.000 mètres cubes par 24 heures..., presque 8 fois plus que l'eau à évacuer. Ceci nous dispensera de donner les débits des canalisations d'un diamètre supérieur, dont la pente extra muros ne dépasse pas le minimum de 4 mm par mètre, et nous permettra de rassurer les personnes non averties qui au cours de la construction manifestaient la crainte que le diamètre des égouts soit notablement insuffisant.

En 12 minutes, les eaux sont transportées des points extrêmes du réseau au bassin de désablement de la gare. Trois minutes après, elles sont au dernier bassin des Dagneaux, c'est-à-dire qu'en 15 minutes, elles sont emportées hors de l'agglomération... Or, toute fermentation, aussi rapide fut-elle, demande au moins 30 minutes pour s'installer.

Bassins de désablement. — En amont des principaux collecteurs, cinq bassins de désablement ont été ménagés. A vrai dire, ce sont plutôt des bassins de décantation ou de dégrossissage, parce que les sables

ne constituent que la minorité des résidus qu'ils arrêtent.

Trois d'entre eux sont d'un petit modèle; placés

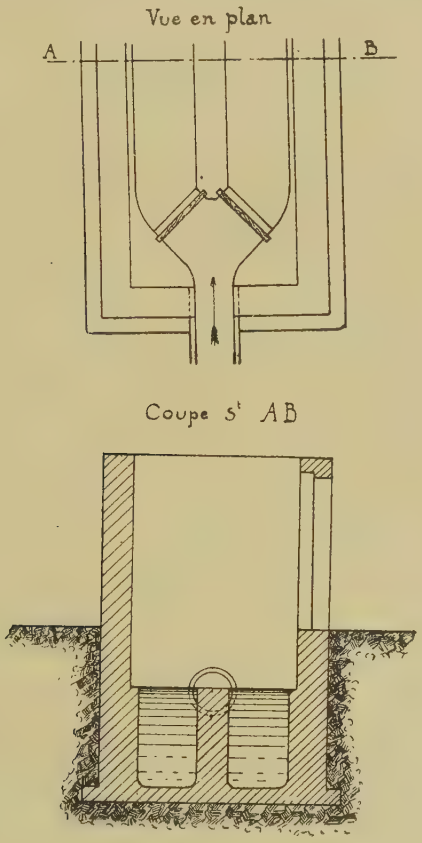

Fig. 4 et 5

Bassin de désablement des Dagneaux. — Vue en plan de coupe.

aux carrefours importants du réseau: Place J.-B. Laurent, Place du Marthuret et rue Grégoire de

Tours, ce ne sont en somme que de grands regards avec puisard.

Les deux autres, plus complets, sont placés à la tête des deux collecteurs nord et sud. Nous décrirons celui du réseau sud ; il est situé chemin des Dagneaux, au delà de la gare. Il est essentiellement constitué par deux fosses parallèles de 1 m. de profondeur, séparées par un mur mais pouvant recevoir l'eau du même collecteur qui débouche à leur partie supérieure. Par un jeu facile de vannes, on ne laisse passer l'eau que dans une seule fosse d'où elle ressort par la partie supérieure comme à l'arrivée. La forme et les dimensions de ces bassins sont telles que la vitesse de l'eau y est réduite, ce qui permet un dégrossissage important dont nous verrons l'intérêt plus tard. Les matières lourdes vont au fond, les corps flottants sont arrêtés par une grille, et quand le niveau des vases est assez élevé dans une fosse, on fait passer l'eau dans l'autre pour avoir tout loisir de vider la première sans être dans la nécessité d'arrêter le fonctionnement de l'égout.

A titre purement documentaire, nous pouvons indiquer en passant que l'on trouve dans ces bassins les objets les plus hétéroclites, dont il est quelquefois même difficile d'expliquer la présence dans les conduites : parapluies, ombrelles, bidons, etc.. Cela tient peut-être à la malveillance et assurément à ce que l'éducation du public n'est pas encore faite.

II°. — Stations d'épuration.

En comptant sur un débit de 100 litres par habitant — chiffre classique — le volume total à épurer s'élèvera à près de 900 mètres cubes par jour, une fois tous les branchements faits. On a prévu un chiffre plus fort pour parer à une augmentation de débit ou à un développement ultérieur du réseau.

Pour le réseau sud, la station est située au lieu dit le « Pont Cassé », sis à 324 mètres d'altitude, sur le côté droit de la route de Riom à Ennezat, près de l'intersection du chemin des Dagneaux. Le terrain est de toute première qualité, il est utilisé pour la culture maraîchère et sa valeur vénale est assez élevée (20.000 fr. à l'hectare). Elle est bordée à l'est par le ruisseau de l'Ambène, ou plus exactement par une petite branche de ce ruisseau courant parallèlement à quelques 5 mètres de lui, et servant à l'irrigation des prairies.

La station du réseau nord est située sur la rive gauche du ruisseau le Sardon, au lieu dit « Planche-paleuil », à la cote 326 mètres, sur des terrains aussi riches que ceux du réseau sud.

Description d'une station. — Pour ne pas encombrer l'exposition, les deux stations nord et sud étant

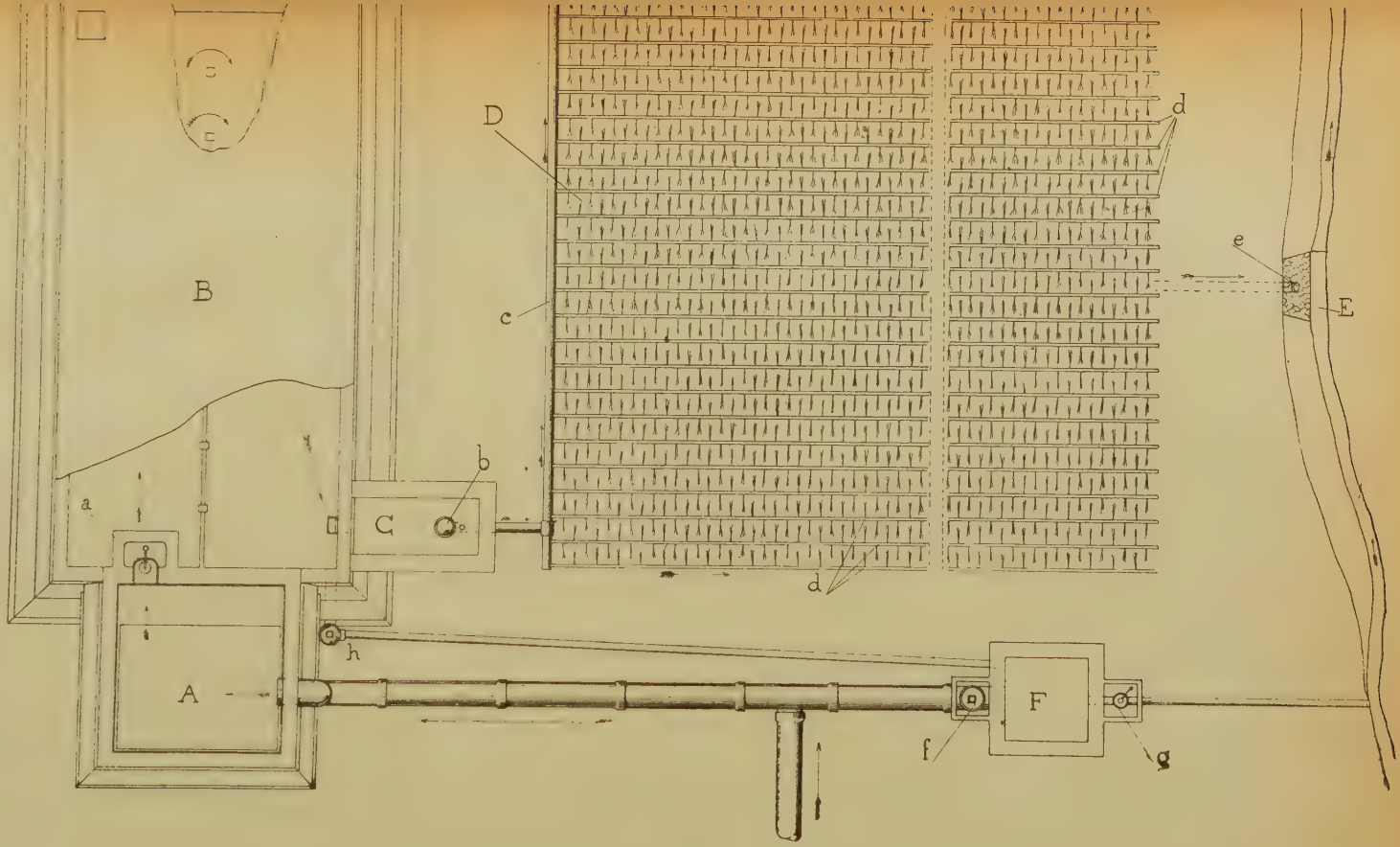

Fig. 6

Disposition de la station d'épuration du réseau Sud (schematique).

A : bassin régulateur. — B : fosse septique. — C : réservoir de chasse automatique.— D : lit bactérien percolateur. — E : ruisseau. — F : bassin de déversement.

a, régulateur Parenty. — b, siphon Geneste Herscher. — c, conduit principal de distribution sur le filtre. — d, tuyaux de distribution. — e, drain

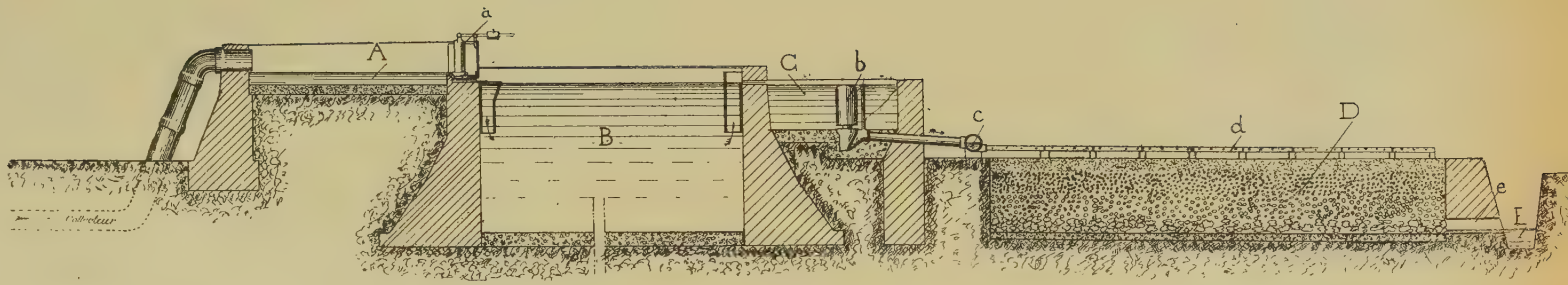

Fig. 7

Vue en long des différents appareils :

A : Bassin régulateur ;
B : fosse septique ;
C : réservoir de chasse ;
D : lit bactérien ;
E : ruisseau ;

a, appareil Parenty ;
b, siphon Genaste Herscher ;
c, conduit principal de distribution ;
d, tuyaux de distribution ;
e, drain principal ;

du reste aménagées d'une façon à peu près similaire, nous n'en décrirons qu'une, celle du réseau sud.

Comme on peut le voir sur le plan (Fig. 6), la canalisation arrivant à la station, la traverse en partie; arrivée au milieu, elle est bifurquée par un tuyautage en T. La partie basse de ce T est fermée par une vanne (f.) qui ne peut être ouverte que sur l'ordre formel de l'ingénieur; nous verrons son utilisation. La branche supérieure du T remonte le long du lit bactérien pour aboutir au bassin régulateur. Cette partie du collecteur présente une disposition très intéressante que nous étudions par ailleurs.

Bassin régulateur (Fig. 6 et 7, A.). — Ce bassin, d'une capacité de 65 mètres cubes, est accôté à la partie gauche de la fosse septique.

Sa profondeur est de 0 m. 95 et le départ en est situé à 0 m. 20 au-dessus du fond. Ce bassin joue donc en même temps un rôle de décantation qu'il est du reste facile de constater.

La sortie du sewage est obturée par l'appareil régulateur Parenty (1). C'est une sorte de balance hydrostatique d'un maniement et d'un réglage très facile. Il est entouré d'un grille pour éviter qu'en l'absence du gardien, des gens malveillants puissent le dérégler.

(1) Parenty. — Prix Monthyon de mécanique. Ac. des Siences. Déc. 1896.

Fosse septique (Fig. 6 et 7, B.). — C'est un bassin profond de 3 m. 32. Le fond en est constitué par un béton de 0 m. 25 d'épaisseur, recouvert d'une chape en ciment. Les murs en moellons de Volvic, fortement arcboutés, ont 1 m. 80 d'épaisseur à la base et 0 m. 50 au sommet; ils émergent du sol sur une hauteur de 1 m. 80.

Les dimensions de la fosse sont les suivantes :

Longueur totale intérieure :	23 m. 50
Largeur totale intérieure :	9 m. 71

La hauteur d'eau est de 3 m. et la capacité d'environ 680 mètres cubes.

A l'intérieur, une cloison médiane (Fig. 6, p. 52) sépare la fosse en deux compartiments. Orientée suivant le grand axe de la fosse, elle part du mur près duquel se fait l'arrivée d'eau et est interrompue à 5 m. du mur opposé. Elle est en ciment armé de 0 m. 11 d'épaisseur et renforcée tous les deux mètres par des piliers, également en béton armé, de 0 m. 25 de côté destinés à soutenir la couverture, dalle armée de 0 m. 07 d'épaisseur. Cette dalle est perforée à une de ses extrémités par une orifice de 1 mètre carré environ, pour permettre l'issue des gaz.

L'admission d'eau dans la fosse se fait par l'intermédiaire du dispositif suivant : à la sortie de l'appareil régulateur Parenty, l'eau tombe dans l'entonnoir d'un tuyau plongeant de 1 m. dans l'intérieur de la fosse; ceci pour que l'arrivée ne trouble pas la quiétude de la fosse et ne désagrège pas la croûte de la surface.

L'eau circule dans la fosse à vitesse extrêmement réduite, presque nulle : 0 m. 024 par minute; elle suit le premier compartiment, revient « sur ses pas » par le second et trouve alors l'orifice de sortie auquel est annexé un système analogue à celui de l'admission : un tuyau plongeant de 1 m. ramène l'eau sans risque d'entrainer les particules solides qui flottent ni de troubler les vases déjà déposées.

Admission et départ se faisant par la partie supérieure, le niveau est toujours constant.

Telle est la disposition de la fosse septique du réseau sud. Donnons ici, rapidement, les caractéristiques de celle du réseau nord. Elle est plus petite; ses dimensions sont :

Longueur totale intérieure : 12 m. 75
Largeur totale intérieure : 9 m. 71
Hauteur d'eau : 3 m. Capacité 300 mètres cubes.

La couverture est supportée par cinq piliers au lieu de dix, ces piliers étant distants l'un de l'autre de 2 m. 15. L'extrémité libre de la cloison est à 4 m. du mur.

Réservoir de chasse automatique. — Il fait suite à la fosse septique. C'est un bassin d'une capacité de 8 mètres cubes et demi environ. L'évacuation a lieu grâce à un appareil de chasse automatique analogue à ceux que nous avons décrit dans le réseau urbain.

Pour le réseau sud, le remplissage de ce bassin demande 15 minutes; le siphon s'amorce alors et l'éva-

cuation complète a lieu en 3 minutes; et le cycle recommence ainsi indéfiniment. Pour le réseau nord, il faut environ le double de temps, soit une demie heure, pour que l'eau atteigne le niveau d'amorçage.

Evacuation sur le lit bactérien percolateur. — Dans une autre partie de cet ouvrage (Chap. III, p. 60) nous étudions les différents systèmes qui ont été préconisés pour obtenir une égale répartition en pluie fine sur le lit bactérien et pour éviter que des tassements se produisent en certains points à l'exclusion d'autres. A cet égard, l'imagination des constructeurs semble s'être donné libre cours pour proposer des appareils aussi compliqués que fonctionnant mal.

Le système que nous allons décrire est dû à M. l'ingénieur Lajugie, nous croyons pouvoir dire que sa simplicité en fait presque une innovation; en tout cas, il se recommande du fait de son prix de revient peu coûteux, de son absence de complications inutiles, tout en remplissant parfaitement les conditions.

Voici comme il est constitué : du réservoir de chasse automatique part un tuyau principal de distribution sur le filtre (c, fig. 6 et 7). Ce tuyau est en fonte et porte tous les 0 m. 90 un branchement. Sa longueur, à la station sud, est de 40 m. Il court à la limite supérieure du lit bactérien et dans chacun de ses branchements, reçoit à emboîtement un tuyau de ciment de 0 m. 06 de diamètre intérieur et de 40 mètres de long (d, fig. 6 et 7).

Ce sont ces tuyaux qui couvrant le filtre de leurs longues files parallèles, vont répartir également l'eau sur le lit bactérien. A cet effet, ils portent latéralement tous les 0 m. 20, des orifices de 2 mm de diamètre. L'eau arrivant sous pression du réservoir de chasse, sort par ces orifices en minuscules jets, atteignant au début 65 cm. d'amplitude pour peu à peu tomber à zéro, au fur et à mesure de l'abaissement du plan d'eau dans le réservoir de chasse. La différence de niveau entre le fond du réservoir de chasse et l'origine des tuyaux de distribution est de 0 m. 25. Ces conduits présentent eux-mêmes sur le lit bacté-

Fig. 8

Une vue du lit bactérien (Cliché Sanne)

rien une pente de 5 mm par mètre, assurant une répartition bien égale de l'eau sur le filtre.

Ce dispositif permet donc un arrosage automatique, avec des intermittences régulièrement espacées, par le simple jeu du bassin régulateur de débit.

Lits bactériens percolateurs. — Les deux lits bactériens nord et sud couvrent une superficie totale de 1.860 mètres carrés correspondant à une quantité de 500 litres d'eau d'égout par mètre carré et par 24 heures lorsque le débit atteindra le maximum journalier de 930 mètres cubes.

Ils ont une épaisseur de 1 m. 50, composée de quatre couches de scories volcaniques (pouzzolane de Volvic) d'une grosseur variant de 8 centimètres à 3 millimètres de la base au sommet.

Les plus grosses scories reposent sur le radier en béton de 0 m. 15 d'épaisseur avec une pente de 5 mm. par mètre.

Sur ce radier, les eaux sont drainées vers le conduit d'évacuation au ruisseau par des canivaux de 8 cm d'ouverture, convergeant vers le dit tuyau.

L'eau est enfin évacuée dans une rase d'irrigation, branche de l'Ambène pour le réseau sud; dans le Sardon, pour le réseau nord.

Les prairies inférieures, arrosées ensuite par ces cours d'eau, couvrent une superficie d'environ 5.000 hectares.

Nous croyons utile d'ajouter ici que les ruisseaux l'Ambène et le Sardon ont un débit minimum de 500

litres à la seconde et servent uniquement à l'irrigation des prairies sur le territoire qu'ils traversent en aval de Riom, soit sur un parcours de 15 kilomètres. Sur ce trajet d'ailleurs, il n'existe qu'une agglomération riveraine (le bourg d'Ennezat), situé à dix kilomètres du débouché des égouts et dont l'alimentation en eau potable se fait au moyen de sources.

Au reste, les résultats comparés de l'analyse de l'effluent que nous rejetons au ruisseau et de l'eau du ruisseau lui-même, prouvent surabondamment que le rejet de notre eau épurée aurait presque des avantages pour le ruisseau, car elle est très sensiblement plus parfaite. (Voir analyse, page 66).

III° Fonctionnement.

Grâce à ces canalisations à faible section et à forte pente, largement aérées et activement nettoyées, les eaux usées sont rapidement entraînées hors de l'agglomération sans avoir le temps de fermenter.

C'est là le premier terme d'un bon fonctionnement et l'application de cet important principe qu'il faut au plus vite éloigner des villes les produits fermentescibles.

Bien entendu, grâce à ses réservoirs de chasse automatique, l'égout ne cesse jamais de fonctionner, mais au cours des 24 heures, il présente trois crues très nettes. Encore ce terme « crue » est-il assez

impropre, car dans un égout aussi constamment nettoyé, il ne se produit pas une élévation très notable de débit, mais seulement, de temps à autre, un état de plus grande pollution des eaux.

Ces « crues » se produisent de 9 à 10 heures environ le matin ; l'après-midi entre 2 et 3 heures et le soir vers 9 heures. Elles sont facilement appréciables aux bassins de désablement. Celle de 9 heures du matin est principalement riche en matières de vidange, celles de l'après-midi et du soir sont surtout caractérisées par l'abondance des eaux ménagères.

A partir des bassins de désablement, nous sommes déjà loin de la ville ; le principe change du tout au tout et sans entrer encore dans la phase vraie d'épuration, nous commençons à la préparer par l'opération du dégrossissage.

Ce dégrossissage préalable que l'on semble avoir trop négligé jusqu'ici, est en réalité un des principaux facteurs d'une bonne épuration, car c'est le meilleur gage de succès des opérations microbiennes de la fosse septique.

Pratiquement, à Riom, on eut à cet égard tous les atouts en mains. Les chasses d'eau sont si nombreuses et si fréquentes que le séwage ne contient que relativement peu de matières en suspension par litre. Ensuite, le grand nombre de regards avec puisards arrête déjà en ville une bonne partie des corps lourds. Les cinq bassins de désablement, en amont des collecteurs apportent ensuite par leur forme encore mieux appropriée un sérieux appoint à cette prédé-

cantation. Enfin, la perfection du système s'exécute dans les collecteurs mêmes, grâce à une ingénieuse disposition qu'a réalisée M. l'ingénieur Lajugie :

La différence d'altitude au départ du collecteur (1) (330 m. 10) et à son débouché à la fosse septique (328 m.) permettrait bien l'écoulement par simple gravité; mais pour réaliser un tel trajet, il eut fallu passer à travers les terrains cultivés, faire des expropriations onéreuses, etc..., pour la raison qu'en suivant les voies publiques, la canalisation devait forcément passer par un point sensiblement plus bas que celui de l'entrée de la fosse septique; il eut alors fallu une machine élévatoire.

M. l'ingénieur Lajugie pensa qu'un simple siphon ferait fort bien l'affaire et bien plus, cette réalisation avait un autre avantage que celui d'être économique, car elle permit de faire un dégrossissage parfait.

Les conduites des collecteurs furent donc noyées dans un massif de béton pour leur permettre de résister à la pression une fois en charge, et on les munit de regards de visite dûment boulonnés. De fait, pour le réseau sud, la conduite est en charge sur 430 m. de longueur et le point le plus bas du siphon, est précisément au niveau de la tubulure en T dont nous avons parlé (page 53. Voir fig. 6.)

Dès lors, il est facile de concevoir le fonctionnement : dans le collecteur en charge, l'eau coule à vi-

(1) Réseau sud.

tesse très réduite, elle se débarrasse de toutes ses impuretés et quand elle débouche dans le bassin régulateur, elle est presque limpide. Dans la canalisation, les matières s'entassent, c'est entendu ; mais il est très facile de l'en débarrasser par la manœuvre d'un appareil annexe : le bassin de dévasement (Fig. 6, F.).

Ce bassin, assez profond, a été établi le long du lit bactérien ; il reçoit à sa base la partie inférieure de la tubulure en T commandée par une vanne (f). Si on ouvre cette dernière, l'eau va s'évacuer avec force dans le bassin et entraîner les particules solides qui enlisent le fond des tuyaux. Une fois dans le bassin, l'eau est soumise à décantation, et évacuée soit sur le filtre soit au ruisseau, tandis que les vases sont retirées par la suite.

Cette manœuvre, qui ne peut se faire que sur l'ordre formel de l'ingénieur, n'est jugée nécessaire qu'à des intervalles très éloignés, quatre mois environ.

Revenons à notre eau ; parfaitement dégrossie, elle arrive dans le bassin régulateur, la disposition de ce bassin permet encore un nouveau stade de décantation. Enfin elle tombe dans la fosse septique. L'obscurité, le calme, le silence du lieu invitent au sommeil. La vitesse tombe (24 millimètres à la minute), l'eau s'endort. Dans cet immense bassin clos, l'eau achève de se dépouiller des derniers résidus en suspension : ultime décantation de toutes les matières insolubilisables. Cependant, dans l'ombre les formidables légions d'anaérobies, accumulées à la face infé-

rieure de la croûte, auxquels s'ajoutent à chaque instant ceux amenés par les eaux nouvelles, travaillent avec une dévorante activité...., fermentation énergique qui solubilisera au moins 40 % de la matière organique.

Décantation, fermentation, voilà le double rôle de la fosse septique; l'eau qui en sort n'est pas épurée, mais elle est prête désormais pour l'épuration et nous venons voir s'accomplir la première phase de l'épuration biologique artificielle : phase de solubilisation.

La fosse septique doit rester constamment pleine, laissant écouler par déversement à l'une de ses extrémités un volume d'eau égal à celui qu'elle reçoit à l'autre extrémité, et sa capacité est telle que l'eau doit y séjourner au moins 24 heures.

Les vases sont constituées par les matières minérales entraînées jusque-là et les matières organiques insolubles.

Sans être dans la nécessité de vider la fosse et d'arrêter le fonctionnement de la station, on les évacue de temps en temps par le jeu d'une simple vannette à main, dégorgeant dans le bassin de dévasement (fig. 6, h. p 52). Jusqu'ici, on a procédé qu'une seule fois à la vidange complète de la fosse septique, et cela un an après la mise en fonctionnement, pour s'assurer de l'état des ciments à l'intérieur. Les constatations furent tout à fait satisfaisantes.

Nous arrivons à la seconde phase du traitement biologique des eaux résiduaires: phase d'épuration

proprement dite : l'effluent de la fosse septique est évacué et distribué sur le lit bactérien. D'innombrables jets d'eau font rebondir de légères étincelles à

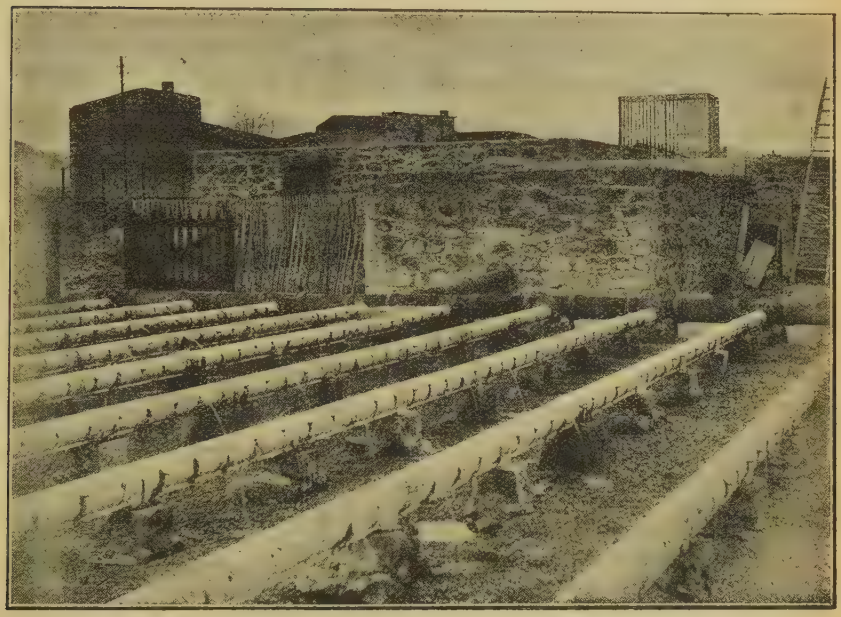

Fig. 9

Détail du lit bactérien à la fin d'une distribution

Au fond, le collecteur à l'arrivée, le réservoir de chasse, et sous la grille, l'appareil régulateur Parenty (Cliché Sanne).

la surface de la pouzzolane et très vite le liquide disparaît dans l'interstice des scories. Sur ce sol bien exposé, largement aéré, comme nous voilà loin déjà des ténèbres de la fosse septique ! L'air et la lumière, ces deux grands agents de l'hygiène, dont la puissan-

ce formidable se manifeste sous tant de formes diverses, jouent ici encore le tout premier rôle.

La pouzzolane de Volvic, que l'on a utilisé à Riom pour la constitution du filtre, réalise sûrement le meilleur intermédiaire entre l'air et l'eau, qu'il nous faut ici. Voici, du reste, quelques mots sur ses propriétés physiques, qu'a bien voulu écrire à notre intention l'éminent géologue, M. le professeur Glangeaud : « Les pouzzolanes sont des scories formées par un verre volcanique, distendu et spongieux, renfermant par suite de multiples cavités et aspérités de petites tailles.

Cette constitution fait de ces produits des substances parfaites pour la filtration, car ils offrent, à égalité de volume, avec les sables, par exemple, une surface filtrante, 2, 3, 4 et 5 fois plus grande, et en raison de leurs méandres, ils produisent plus facilement l'arrêt des matières minérales et des microbes. »

Nous ajouterons que le fait que tous les pores communiquent entre eux sans interposition de parois vitreuses, comme dans la pierre ponce ou le machefer, garantit la parfaite circulation de l'eau à vitesse convenable. L'aération est aussi excellente entre les irrigations, et par le simple jeu intermittent des arrosages, des couches d'air successives sont entraînées jusqu'au fond du lit. L'oxydation est donc absolument complète, et nous estimons que c'est aux qualités d'extrême porosité et perméabilité de la pouzzolane que l'on doit l'explication qu'une aussi faible épaisseur de lit puisse assurer une telle épuration.

En 6 heures, notre eau a traversé ce filtre de 1 m. 50 et convenablement drainée sur le radier, elle est rejetée au ruisseau dans un état de pureté, de transparence, de fraîcheur agréables à voir.

Analyses. — Le système d'épuration que nous venons d'indiquer, fonctionne sans interruption depuis le 15 février 1912, c'est-à-dire depuis plus de 2 ans. Les diverses analyses faites après épuration, ont constamment donné des résultats entièrement satisfaisants. Nous donnons ci-après les résultats de l'analyse faite par les soins de M. Gros, le distingué directeur du Laboratoire municipal de Clermont-Ferrand, sur des échantillons prélevés par lui-même le 26 septembre 1913 :

Pour mieux frapper l'imagination, nous donnons les résultats comparés de l'effluent de la station d'épuration du réseau sud, et du ruisseau *avant* le rejet :

1° Matières en suspension par litre (Le Conseil supérieur d'hygiène publique permet 0 gr. 03) :

Egouts (réseau sud) : 0 gr. 010. — Ambène : 0 gr. 60.

2° Test d'incubation :

Avant incubation, oxygène emprunté au permanganate de potassium (en milligrammes par litre) :

Egouts : 1 mgr 43. — Ambène : 1 mgr 108.

Après incubation de 7 jours à 30 degrés :

Egouts : 1 mgr 348. — Ambène : 1 mgr 36.

Nous croyons devoir souligner ces chiffres. Le Conseil supérieur dit en effet que la quantité d'oxygène emprunté avant et après 7 jours d'incubation, doit être sensiblement constante. C'est bien le cas ici, mais il y a plus. En effet, notre effluent d'égout emprunte un peu moins d'oxygène après l'incubation qu'avant ; c'est la meilleure des preuves qu'il n'est pas putrescible, puisqu'alors, il renfermerait des produits avides d'oxygène, tels que l'hydrogène sulfuré, et les résultats de la détermination seraient alors plus forts après qu'avant l'incubation (cas du ruisseau l'Ambène).

3° Odeur. Avant et après incubation :

Egouts : nulle. — Ambène : nulle.

4° Analyse chimique :

	Ambène	Egoûts	
Degré hydrotimétrique total	8° 5	42°	par litre
Extrait sec à 100°	422 mgr	326 mgr	—
— au rouge	242 mgr	276 mgr	—
Chlore	15 mgr 6	38 mgr 3	—
Oxygène emprunté au permanganate alcalin	2 mgr 64	2 mgr 26	—
Oxygène emprunté au permanganate acide	3 mgr 78	4 mgr 03	
Azote albuminoïde	3 mgr en.	traces	—
— ammoniacal	2 mgr	0 mgr 6	—
— nitreux	traces	traces	—
— nitrique	8 mgr 5	42 mgr	—

5° Analyse bactériologique de l'effluent :

La gélatine à 20° C est liquéfiée au bout de quatre jours.

Colonies aérobies par centimètre cube	468
Liquéfiants	95
Non liquéfiants	373
Moisissures	0
Recherche des bacilles suspects	négative
Réaction de l'indol	—
Séro-réaction	—
Gélo-diagnostic	—

Conclusion : Eau exempte de bacilles suspects.

Influence des saisons. — Riom, comme tout le plateau central, est soumis à un climat spécial décrit sous le nom de climat auvergnat (1). L'hiver n'y est généralement pas très rude mais les gelées sont souvent précoces.

La marche des stations d'épuration n'a jamais été entravée par la saison froide (2) et la distribution d'eau sur le lit percolateur ne fut jamais arrêtée par les plus fortes gelées, quelques stalactites de glace sous les tuyaux attestaient cependant l'intensité du froid.

Traitement des boues. — Les boues sont amenées

(1) Bouchereau et E. Grasset. Topographie médicale de Riom (1894).

(2) L'hiver 1913-14 a été cependant exceptionnellement rigoureux.

et répandues sur des terrains dépendants des stations d'épuration. On les traite par la chaux vive; au bout d'un certain temps, elles constituent un excellent « terreau » que les agriculteurs recherchent. Leur infime quantité ne permet pas à la ville d'en tirer profit. Nous insistons sur ce terme d'infime quantité pour répondre à certaines objections reprochant au procédé d'encombrer des boues provenant du dégrossissage. Nous avons sous les yeux les chiffres du dernier trimestre: il y eut exactement *quatre mètres cubes* de boues à manutentionner *par mois*.

IV. — Economie du réseau exécuté.

Il n'est pas sans intérêt, croyons-nous, dans cet aperçu financier, d'entrer dans quelques détails.

Les chiffres que nous donnons sont empruntés au rapport officiel, ils sont donc d'une rigoureuse exactitude :

Les dépenses d'installation se sont réparties conformément au détail très approché ci-dessous :

I. — *Réseau d'égout :*

Terrassements	42 839 20
Chaussées, canivaux, etc.	29.687 25
Ouvrages d'art, canalisations, regards, etc.	107.027 43
Métaux et appareils	16.607 36
Ouvrages divers	2.955 »
Total du réseau d'égoût	199.116 24

II. — *Fosses septiques, bassins d'épuration, etc...*

Terrassements	5.584 86
Ouvrages d'art	24.941 03
Lits bactériens	16.926 »
Métaux et appareils	3.970 94
Dépenses en régie	788 55
Total	52.211 38

Montant total de la dépense :

Au prix du devis	251.327 62
A déduire : rabais de 7 o/o.	17.592 93
Reste à compter	233.734 69

A ajouter :

Heures d'ouvriers employés en régie	1.122 40
Canalisation supplementaire établie en 1913	13 926 »
Acquisition des terrains	14.775 55
Frais de surveillance	6.170 55
Imprévus et honoraires	11.830 83
Indemnités diverses	2.510 40
Total général	284.070 43

Entretien. — Une aussi longue énumération peut faire craindre que tout cela ne soit d'un entretien difficile et coûteux, mais c'est là qu'intervient l'avantage du fonctionnement automatique de tous les appareils, constituant un progrès très important au point de vue économique.

Un seul homme, — actif et consciencieux, il faut bien le dire, — suffit à assurer le bon fonctionnement du réseau. En échelonnant sur une semaine ses nettoyages, il arrive très bien en ces quelques jours à

visiter et nettoyer successivement tous les puisards urbains, contrôler la marche des appareils de chasse et faire l'entretien courant des stations d'épuration. Ici, d'ailleurs, le seul point délicat est le filtre, dont il faut bien surveiller les orifices de projection de l'eau. A cet égard, donnons en passant un petit détail : comme à l'heure actuelle le débit du réseau n'atteint pas son maximum, il est évident que le nom-

Fig. 10

Vue latérale de la station Sud :

De gauche à droite : le bassin régulateur et le collecteur et en arrière la fosse septique. — Le réservoir de chasse et le lit bactérien. (Cliché Sanne).

bre d'orifice de distribution est trop élevé et nuit même à la répartition en diminuant l'amplitude des jets. Actuellement, on ne laisse ouverts que cinq orifices par mètre de tuyau, les cinq autres sont obturés par des faussets et, détail important, chaque mois, quand le proposé procède au nettoyage des orifices, il

change les faussets de trous, en sorte que, tous les mois, la partie du lit bactérien qui reçoit l'eau, change, permettant ainsi une meilleure aération.

Quant à l'entretien du lit bactérien, il n'exige qu'un simple ratissage superficiel tous les 30 à 40 jours, non pas qu'il y ait crainte de colmatage — le défaut de stagnation de l'eau en fait foi — mais parce que dans les pores de la fine pouzzolane de surface, il y a toujours un peu de terre et de poussière entraînées surtout à la suite des grands vents et que l'herbe y pousse alors assez rapidement.

Quelques journaliers sont adjoints au chef égoutier pour évacuer les boues des bassins. Quelques chiffres donneront une idée plus exacte :

Traitement du chef égoûtier (chargé en même temps de la surveillance de la canalisation d'eau potable).....	1.800	»
Journées d'ouvriers pour le nettoyage des bassins	300	»
Journées de voitures pour l'enlèvement des produits de nettoyage	100	»
Outils, matériel	70	»
Réparations diverses	180	»
Total annuel.....	2.450	»

Le fonctionnement du réseau est encore trop récent pour permettre d'évaluer exactement quelles seront dans l'avenir les dépenses annuelles nécessaires pour entretenir et renouveler progressivement les canalisations des lits bactériens, mais nous pensons n'être pas éloigné de la vérité en évaluant cette dépense à mille francs au maximum, de sorte que l'entretien se trouvera alors porté en chiffres ronds à 3.500 francs.

(Rapport officiel, Decembre 1913).

Nous ne saurions mieux clore ce chapitre économique qu'en indiquant de quelle façon la ville de Riom put faire face à ses frais.

Son budget sans élasticité, ne se bouclait chaque année qu'avec difficulté. Il fallut chercher ailleurs.

En 1909, la ville obtint du Ministre de l'Intérieur une subvention de 109.000 francs prélevée sur le produit des jeux (1) à condition que cette somme serait affectée à la construction des égouts sous réserve que les travaux seraient commencés avant le 1er mars 1911 et terminés dans le délai d'un an.

Pour parfaire le montant des dépenses, M. Clémentel réalisa un projet de conversion d'emprunts qui mit à la disposition de la municipalité, *sans impôts nouveaux*, une somme de près de 200.000 fr. (2) Cette opération financière ne fut consentie par le Gouvernement qu'à la condition expresse que l'emploi en serait exclusivement réservé aux œuvres durables d'hygiène.

(1) L'article 4 de la loi du 15 Juin 1907, dispose qu'un prélèvement de 15 o/o sera fait sur le produit brut des jeux au profit des œuvres d'assistance, de prévoyance, d'*hygiène* ou d'utilité publique. — L'esprit de cette loi vise particulièrement à favoriser l'hygiène publique par les bains douches et l'assainissement général des villes par le drainage et l'epuration de toutes les eaux résiduaires.

(2) Une première opération analogue pour la réfection de la canalisation d'eau potable avait permis en 1906 à la ville de disposer de près de 400.000 fr., ce qui porte à plus de 600.000 fr. les sommes consacrées à l'hygiène. Ces chiffres sont dignes de retenir l'attention si l'on songe que la ville n'a qu'une population de 10.000 habitants.

Le nouvel égout fonctionne depuis près de deux ans et demi : la ville, dès l'origine, édicta un règlement pour la « construction et entretien des branchements particuliers ». Actuellement la plupart des propriétaires ont réalisé le raccordement de leurs immeubles à l'égout, et à cet égard, nous citons avec plaisir ces quelques lignes du rapport officiel (déc. 1913) :

« ....Nous devons signaler ici l'empressement mis par les intéressés à établir le raccordement de leurs immeubles au réseau d'égout. Non seulement la municipalité n'a pas eu à faire application de la loi du 15 février 1902 relative à la protection de la santé publique, pour rendre obligatoire ce raccordement, mais encore, elle a eu la satisfaction de voir bien accueillie, sans récrimination la taxe annuelle d'abonnement qu'elle a dû appliquer pour couvrir les frais d'entretien et de renouvellement. Ce résultat démontre bien tout l'intérêt qui s'attachait à la création de l'œuvre et combien l'assemblée communale fut sagement inspirée en votant les importantes ressources destinées à la réaliser. »

La redevance annuelle a été fixée à 1 fr. 50 pour 100 francs du revenu matrical et est appliquée depuis le 1er janvier 1914.

TROISIÈME PARTIE

REVUE CRITIQUE
DE L'INSTALLATION DE RIOM

Nous venons d'exposer dans le précédent chapitre dans quelles conditions la ville de Riom fut dotée d'un réseau d'égouts suivi de stations d'épuration biologique artificielle. Nous croyons bon maintenant de faire suivre cet exposé de quelques commentaires et d'une discussion des points intéressants.

Et d'abord, répondons à quelques questions : l'égout que nous venons de décrire répond-il aux exigences de l'hygiène? Pouvait-on le réaliser d'une autre façon ?

A la première question, les résultats de nos analyses sont plus édifiants que toute démonstration. Dans leur rigorisme brutal, ils expriment mieux que n'importe quelle phraséologie, la perfection des résultats obtenus.

Mais peut-on objecter, d'autres méthodes que celle de l'épuration biologique artificielle, pouvait donner des résultats identiques et peut-être à de meilleures conditions.

Pour la discussion, nous ne retiendrons — avec MM. Masson et Calmette — que les deux procédés que l'on puisse mettre en parallèle : l'épuration chimique et l'épuration biologique naturelle par le sol (épandage).

L'épuration chimique est très coûteuse et difficile à réaliser dans de bonnes conditions. On ne peut vraiment l'appliquer que dans le cas où les eaux résiduaires sont constituées pour toute ou majeure partie par des eaux industrielles susceptibles d'entraver les phénomènes de désintégration de la matière organique par les microbes du sol ou des lits bactériens. Or, dans le cas particulier qui nous occupe, la ville de Riom ne possédant pas — ou si peu — d'eaux industrielles, la question ne se pose même pas et nous n'avons cru devoir citer ce procédé que pour être complet.

Reste l'épandage avec ou sans utilisation culturale. Bien que ces dernières années semblent avoir fortement atteint la faveur ou on le tenait, ce procédé conserve encore quelques partisans convaincus. Il est bien entendu que c'est le procédé le plus parfait avec le minimum de dépenses,...à condition de disposer près de la ville, de terrains vastes et peu coûteux et de perméabilité convenable. La qualité du terrain importe peu, car l'eau d'égout apporte avec

elle les matériaux nutritifs et les microbes nécessaires à l'épuration, ce qui permet d'utiliser les terres pauvres et stériles jusque là. Un des côtés séduisants du système fut l'utilisation culturale des eaux ainsi répandues. La plus-value que donna l'épandage aux terrains, explique peut-être bien une part de la faveur dont jouit ce système il y a quelques années. Pour ménager la perméabilité du terrain, l'épandage doit être intermittent ; la quantité maxima d'eau que l'on admet pouvoir confier à un terrain d'épandage est de 11 litres par mètre carré et par 24 heures, soit 40.000 mètres cubes par an si on envisage simplement la filtration. On doit réduire à 20.000 mètres cubes si on veut une épuration complète et à 10.000 au maximum si on pratique l'utilisation agricole.

Paris et Berlin, qui sont les deux grandes villes pratiquant l'épandage sur une vaste échelle, épandent respectivement 11 et 31 litres par mètre carré et par jour. On juge de là l'étendue de terrains nécessaire à pareille épuration. L'épandage de la Seine (Gennevilliers-Achères-Carrières-Triel), comprend 5.000 hectares qui *doivent* recevoir par jour 600.000 mètres cubes.

La difficulté s'accroît du fait que quoique l'on fasse, le colmatage est fatal, puisque les eaux ne sont pas clarifiées (condition indispensable à la culture) ; ce colmatage progressif oblige bientôt à chercher d'autres emplacements. De plus, en hiver, par les gelées, l'irrigation devient impossible. Enfin, les frais d'installation et d'entretien sont extrêmement éle-

vés et ne peuvent être supportés que par de très grandes villes.

Renonçant à la culture, on peut rendre l'épandage un peu plus pratique (c'est alors la méthode de filtration intermittente de Frankland). Cette méthode applicable en toute saison, permet d'épurer dix fois plus d'eau que l'épuration agricole à condition d'exécuter des labours fréquents. Ce procédé est particulièrement recommandable pour les villes utilisant le système séparateur : les matières excrémentielles étant envoyées aux usines pour être transformées en engrais et les eaux d'égouts pauvres en matières fertilisantes étant simplement confiées au sol nu.

Cette division constitue le vice capital du procédé, nous n'y insistons pas.

Si nous nous sommes ainsi étendus sur l'épandage, c'est pour pouvoir mieux l'opposer au système biologique artificiel.

Pour le cas de la ville de Riom, il ne pouvait être question de trouver des terrains vastes et peu coûteux aux abords de la ville, le seul prix d'achat eut doublé au moins le coût total du réseau. Quant à l'utilisation culturale, — le grand grief des ennemis de l'épuration artificielle, étant de laisser perdre sans les utiliser des « matières précieuses » que l'épandage utilise — la réponse est simple : notre Limagne est déjà bien fertile... Georges Sand parlant d'elle n'a-t-elle pas dit son « insolente fécondité ». Ceci étant fonction de cela, cette extrême fertilité est du reste la cause du prix élevé des terrains. Ici

ce ne sont plus trois ni même onze litres que nous épurons par mètre carré et par 24 heures, c'est 500 litres et ce sans colmatage possible parce que nous n'abandonnons au filtre que des eaux rigoureusement clarifiées.

L'épuration biologique artificielle s'imposait donc, non seulement par ses résultats, mais à tous les points de vue : achat de terrains exigus ne nécessitant pas une forte dépense, réalisation simple, et surtout fonctionnement continu et automatique ne réclamant qu'un faible entretien, toutes choses qu'apprécieront surtout les gens impartiaux qui ayant parcouru la plaine de Gennevilliers ont pu savourer les beautés de l'épandage, son fonctionnement plus qu'intermittent et passer en revue le nombreux personnel chargé de la distribution d'eau aux jours et heures variant avec le bon plaisir des propriétaires!

Nous admettons donc que le principe du traitement biologique artificiel était le seul applicable dans notre cas; examinons comment on l'a réalisé.

Nous allons resuivre pas à pas les principales caractéristiques du projet.

D'abord, pour le réseau urbain, on a adopté le système séparatif (admission des eaux ménagères et industrielles et des matières de vidange, exclusion des eaux pluviales). Son avantage pour les petites villes ne se discute plus; de grandes cités l'ont même appliqué, Berlin, par exemple. Mais, en plus de ça, on sait qu'on admettait jadis ce principe que quand les eaux vannes sont diluées dans quatre fois leur

volume d'eau de pluie, on peut sans inconvénient tolérer leur déversement dans les rivières. Les exigences de l'hygiène moderne n'acceptent plus cette proposition, mais l'apologie qui était faite des eaux de pluie n'en persiste pas moins. Dès lors, puisque la ville possédait déjà d'anciens acqueducs conduisant les eaux pluviales directement au ruisseau, il eut paru singulièrement illogique d'aller encombrer les nouveaux égoûts de ces eaux réputées pures, aux risques, aux jours d'orages, de voir éclater les conduites, s'obstruer les bassins de désablement, etc.

Nous ne reviendrons pas sur l'appréciation des diamètres des canalisations ayant déjà montré, chiffres à l'appui, combien la section des tuyaux était partout plus que suffisante.

On a adopté des canalisations en ciment. Pourquoi ? Les considérations sont du seul ordre économique. Les tuyaux de ciment coûtent infiniment moins cher que ceux en fonte ou en grès; fabriqués sur place, ils ne nécessitent pas de frais de transport ; enfin, ils durent plus longtemps que ceux en fonte, l'oxydation de ces derniers (affectés à cet usage) étant très rapide... et le seul remède étant de les noyer dans du béton de ciment !

Enfin, les canalisations de ciment sont suffisamment résistantes. En ville, en effet, l'écoulement est toujours libre partout; les tuyaux n'étant jamais en charge, il n'y a pas de pression.

L'abondance et la pureté proverbiales des eaux potables de la ville de Riom nous permet de ne pas

insister sur la perfection du nettoyage et sur l'avantage résultant de cette dilution pour l'épuration, par diminution du pourcentage des matières en suspension par litre.

Au cours de notre exposé, nous avons dit avec quels soins on avait disposé de nombreux regards de visite pour faciliter le nettoiement.

Nous allons maintenant apprécier l'utilité des puisards interposés sur le réseau urbain, des bassins de désablement et de tout le dispositif en général destiné au dégrossissage. Cette question du dégrossissage est assez importante pour nécessiter quelques développements; malgré tout, nous nous efforcerons de la condenser le plus possible.

Les eaux d'égout renferment, nous le savons, des matières solides en suspension. Les adversaires du dégrossissage, vous disent : « Ces matières ne sont pas des matières solides stables. Sous l'influence de la fermentation septique, elles se liquéfient en grande partie. Le dégrossissage est donc inutile; bien plus, il vous encombre de boues. » Les partisans du dégrossissage exclusif, sans épuration consécutive (1) répondent : « Ce n'est qu'en partie que sont solubilisées les matières solides, et le chiffre de ce pourcentage reste subordonné aux caprices de cette fermentation dont l'action sur les solides est encore trop mal connue... Seul le dégrossissage convenablement conduit permet de séparer rigoureusement les matiè-

(1) Procédé dit « Epuration mécanique ».

res solides des matières liquides que l'on peut ainsi rejeter directement au ruisseau... De nombreuses villes l'emploient et s'en trouvent bien (116 en Allemagne). »

D'autre part, les biologistes disent et la chose n'est pas niable : « Il ne peut être question strictement de matières solides et de matières liquides, car ce serait ignorer l'état intermédiaire, c'est-à-dire les matières colloïdales qui dans les eaux d'égouts ont une telle importance qu'on peut dire que ces eaux ne se composent que de deux éléments : l'élément liquide et l'élément colloïdal *à tous ses états*. Parmi ses matières colloïdales, les plus importantes sont les matières grasses visqueuses. Ce sont elles qui empêchent ou retardent la sédimentation des matières fines qu'elles enrobent, qui encrassent les préfiltres ou appareils similaires... tandis que, dans les fosses septiques, elles sont saponifiées par l'ammoniaque de la fermentation septique et qu'elles se désagrègent à l'air en fines écailles à la surface des lits bactériens.»

Les défenseurs du dégrossissage admettent bien cette action des matières colloïdales sur les matières solides, « mais ils ajoutent que l'état colloïdal persiste malgré la fermentation gênant même l'action d'épuration, et que finalement, l'effluent envoyé à la rivière n'est imputrescible que dans les conditions de concentration ou de composition chimique où il se trouve au moment du rejet — conditions qui peuvent disparaître à l'occasion, par exemple, d'une stase quelconque ou d'un ralentissement dans la circula-

tion du cours d'eau — alors qu'un bon dégrossissage au contraire, a l'avantage de n'évacuer que des produits possédant des possibilités d'évolution connue ». Nous ajouterons même trop connue, hélas quelquefois, car voici une fois de plus l'épuration confondue avec la clarification et nous avons vu à quels résultats déplorables cette méprise pouvait conduire.

Nous répétons que la querelle reste entre gens très exclusifs dans leurs théories : épuration sans dégrossissage; dégrossissage sans épuration (au sens propre du mot).

Nous croyons, avec beaucoup d'autres, que la vérité réside dans l'éclectisme; une bonne épuration ne peut pas mal se trouver d'un dégrossissage préalable, au contraire (1), et le dégrossissage seul est insuffisant.

Encore faut-il s'entendre sur ce dégrossissage : on sait qu'on peut le réaliser par filtration, liquéfaction, décantation ou précipitation. Ce dernier procédé semble donner le meilleur résultat dans le dégrossissage exclusif.

A Riom, où nous ne voulions que du dégrossissage préalable, on a utilisé la décantation. Elle ne pousse pas le dégrossissage trop loin, mais elle le pousse suffisamment pour n'admettre à la fosse septique que des matières en suspension suffisamment petites et

(1) Voir à ce sujet : Calmette. — Les principes scientifiques de l'épuration biologique des eaux résiduaires, in Revue d hygiène et de police sanitaire T. XXXIV 1912 p. 1342.

divisées. En réduisant la vitesse de circulation des eaux, elle neutralise l'action retardatrice des matières colloïdales dont la dissolution va être achevée par la fosse septique.

La seule objection aux bassins de décantation est de retarder l'évacuation des produits fermentescibles; nous avons vu qu'à Riom on s'était appliqué à les éloigner très vite de la ville et que ce n'était que loin des habitations que l'on avait installé les dispositifs de dégrossissage. L'inconvénient est assez mince devant les avantages que nous avons énumérés plus haut.

Et nous en arrivons à la fosse septique. Elle a fait l'objet de bien des critiques et de plus d'une polémique, les uns lui niant toute efficacité, les autres lui attribuant toute l'épuration. Nous ne pouvons ici reprendre une discussion que des voix infiniment plus autorisées que la nôtre ont actuellement à peu près résolue :

M. Calmette et ses collaborateurs ont par des expériences multiples que la proximité du laboratoire permettait de rendre rigoureuses, déterminé exactement le rôle de la fosse septique. Les faibles ressources dont nous disposions dans une petite ville ne nous ont pas permis de rééditer les expériences de M. Calmette, mais la grande autorité de ce savant est un gage bien suffisant des excellents résultats qu'il a publiés.

« Bassin de décantation et de fermentation » (Calmette) la fosse septique remplit-elle son rôle ?

— Parfaitement et dans les meilleures conditions, mais *c'est tout* et il est nécessaire d'y insister.

La fosse septique ne joue aucun rôle dans l'épuration, elle ne fait que la préparer. Complément indispensable du lit bactérien, elle ne peut le remplacer en aucune façon. On ne saurait trop attirer l'attention là-dessus et nous ne pourrions mieux le faire qu'en citant M. Calmette : « Aussi les autorités sanitaires ne sauraient-elles être trop mises en garde contre cette idée erronée et trop fréquemment émise que les fosses septiques sont des appareils d'assainissement. »

Il suffit du reste de se reporter à notre exposé de la théorie biologique artificielle (Chap. I) pour bien saisir le rôle particulier et presque antagoniste et de la fosse septique et du lit bactérien.

En ce qui concerne ce dernier, on a adopté à Riom, le système percolateur (percolating system des Anglais qui l'ont, les premiers, employé).

Ces lits bactériens percolateurs sont très supérieurs aux anciens lits de contact des débuts de la méthode. A tous points de vue, ils sont plus avantageux : économiquement par leurs moindres frais d'établissement — pratiquement par leur automaticité. Nous avons vanté en son temps l'excellence de la pouzzolane qui les constitue, nous n'y reviendrons pas. Le seul point délicat du système, du reste, consiste à assurer une distribution aussi égale et régulière que possible à la surface du lit, à des intervalles assez rapprochés pour que le rendement soit maxi-

mum et assez éloignés pour que les substances organiques fixées sur les matériaux aient le temps de s'oxyder.

Pour cette répartition, nous ne ferons que citer parmi les plus connus : les tourniquets hydrauliques (Sprinklers) les distributeurs rotatifs (va-et-vient), les gouttières à renversement automatique..., tous appareils très ingénieux mais très coûteux. Le système employé à Riom est croyons-nous, un des plus simples, sinon le plus simple. Son prix de revient est minime, son entretien également et ses résultats parfaits. Nous tenons à attirer l'attention sur lui, comme étant un des appareils simplifiés qui permettent à la méthode de devenir de plus en plus pratique. A quoi bon rechercher des complications, quand il est si facile, en utilisant la seule pression du liquide, de le répartir très exactement par l'intermédiaire de minuscules tuyaux de ciment percés de trous !

Nous en avons fini avec cette étude, nous nous sommes efforcés de montrer comment il fut possible à une petite ville, par ses seules ressources et sa seule volonté, de doter ses habitants d'installations sanitaires les plus perfectionnées.

Les excellents résultats obtenus par la ville de Riom ne font que corroborer ceux de M. Calmette et nous sommes heureux de lui apporter ici un témoignage de plus de l'efficacité de la méthode dont il s'est fait l'ardent défenseur, en même temps que lui donner une preuve tangible que les idées qu'il diffuse, ne restent pas sans effet et qu'il est possible

d'affirmer que les villes, si petites soient-elles, sont dès à présent à même de se mettre à hauteur du progrès, à niveau surtout des grandes lois de l'hygiène sociale.

CONCLUSIONS

I. — Il est actuellement possible même aux petites villes d'établir des installations d'évacution et d'épuration des eaux usées, conformes aux théories les plus récentes ;

II. — A cet égard, nous pouvons fournir l'exemple de la ville de Riom, d'une population de 10.000 habitants environ, qui a installé :

a) Un réseau urbain du type séparatif, de 15.000 mètres, formé de canalisations en ciment à section faible, à pente rapide, convenablement aérées, et activement nettoyées par des chasses automatiques, telles que le séwage est emmené rapidement hors de l'agglomération avant le début de toute fermentation ;

b) Des dispositifs de dégrossissage, consistant en bassins de désablement et en un profil spécial du collecteur, destinés à préparer l'épuration ;

c) Des stations d'épuration biologique artificielle essentiellement composées d'une fosse septique et d'un lit bactérien percolateur.

III. — Comme suite à l'étude approfondie à laquelle nous nous sommes livrés de cette installation, nous sommes en mesure d'affirmer que pour les petites villes, le système séparatif suivi de station d'épuration biologique artificielle est pour la grande majorité des cas le seul applicable. Il se recommande :

a) Par le débit contenant des collecteurs, évitant des surprises ;

b) L'exiguité des terrains nécessaires aux stations ;

c) La perfection des résultats obtenus, comme en témoignent les analyses (perfection due à l'heureuse disposition des appareils de dégrossissage, et de la fosse septique ; à la constitution du lit bactérien en pouzzolane sur lequel l'irrigation, très égale, est obtenue au moyen d'un dispositif très simple automatique).

d) Et enfin, par le coût relativement minime des travaux.

IV. — Nous estimons donc que la ville de Riom en exécutant un tel travail (qui n'est qu'une partie du programme d'hygiène qu'elle a réalisé depuis peu) a montré qu'il était possible de concilier la théorie avec la pratique et qu'en cela, elle a fait montre d'un effort louable et d'un exemple à donner digne de tous les éloges.

Vu : Le Doyen,
LANDOUZY.

Vu : Le Président,
DEBOVE.

Vu : Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris
LIARD.

BIBLIOGRAPHIE

Aird Muray (T). — Caractéristiques modernes de l'épuration des eaux d'égoût. (*The Sanitary Record*, 19 octobre 1911, page 369).

Arnould. — Encyclopédie d'hygiène et de médecine publique, t. III (1891).

L'épuration biologique des eaux d'égoût en France. (*Revue d'Hygiène et de police sanitaire* t. XXIX 1907).

Epuration biologique des eaux d'égoût en Allemagne. (*Revue d'Hygiène et de police sanitaire*, t. XXIX 1907).

Bechmann. — Rapport au nom de la commission d'études des divers procédés d'épuration d'eau d'égoût. (*Revue d'Hygiène et de police sanitaire*, t. XXXII 1910).

Bezault. — Epuration des eaux d'égoût et des eaux industrielles. (*Bulletin de la Société d'Encouragement*, mai 1906).

Conférence sur l'épuration des eaux d'égoût et matières de vidange. (*Société Centrale des Architectes français*, 1907).

Bezault. — Annuaire-statistique international des installations d'épuration d'eaux d'égoût. (Paris 1911, Masson).

Bonjean (Ed). — (*Revue pratique d'Hygiène municipale*, 1906, p. 452).

(*Revue pratique d'Hygiène municipale*, Bulletin technique ; octobre 1908).

Bouchereau et E. Grasset. — Topographie médicale de Riom, (1894).

Calmette. — Contribution à l'étude de l'épuration des eaux résiduaires des villes et des industries. (*Annales de l'Institut Pasteur*, 25 août 1904, page 481).

Sur l'épuration biologique des eaux d'égoût. (*Société de Médecine publique et de génie sanitaire*, séance du 20 octobre, 1905).

Valeur comparée de l'épuration biologique et de l'épandage agricole. (*Revue d'hygiène et de police sanitaire*, t. XXVIII, 1906.)

Sur le mécanisme de l'épuration biologique par lits bactériens de contact et par lits percolateurs. (*Revue d'hygiène et de police sanitaire*, t. XXIX, 1907.)

Les principes scientifiques de l'épuration biologique des eaux résiduaires. (*Revue d'hygiène et de police sanitaire*, t. XXXIV, 1912, p. 1340.)

L'assainissement des villes. Conférence à l'institut chimique de Nancy, janvier 1908. (*Bulletin de la Soc. industrielle de l'Est*, n° 57.)

CALMETTE.-- Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout : t. I, 1905, Masson ; t. II, 1907 ; t. III, 1908 ; t. IV, 1909 ; t. V, 1910 ; t. VI, avec E. Rolants, 1911 ; t. VII, avec E. Rolants, 1912 ; t. VIII, avec E. Rolants, 1913 ; t. IX, avec E. Rolants, 1914.

CALMETTE et E. ROLANTS. — Rôle de la fosse septique dans l'épuration biologique des eaux d'égout. (*Revue d'hygiène et de police sanitaire*, t. XXX, 1908.)

CHANTEMESSE et MOSNY. — Traité d'hygiène, t. XV : Epuration des eaux d'égout urbaines et industrielles, par A. Calmette.

CLARCK (H.-W.). — Fonctionnement des lits bactériens. (Engineering News, 11 août 1907.)

FRANK CLOWES et A. C. HOUSTON. — The experimental bacterial treatement of London sewage, Londres, 1904.

COMMISSION royale anglaise pour l'étude des procédés d'épuration des eaux d'égout. 5e rapport (1908).

DAVID (L.-F.). — Du dégrossissage des eaux résiduaires d'égout. (Edilité technique, octobre 1913.)

DIBDIN (W.-J). — The purification of sewage ant water London, the sanitary publishing Cº, 2e édit. 1898.

DZERJGOVSKI. — Zur Frage von der Bedentung des Septiktanks für die biologische Abwassereinigung. — Gesundheits, ingénieur, 1907.

Dzerjgovski. — Contribution au rôle de la fosse septique dans l'épuration biologique des eaux d'égout. — Archives des sciences biologiques publiées par l'institut impérial de médecine expérimentale de St-Pétersbourg, 1907. p. 25.

Assainissement biologique des eaux d'égout (soc. microb. de St-Pétersb. in *Rous. Wrotck*, 1904, nº 29).

Easdale (C.-W.). — Sewage disposal ideal (Sanitary Record, 1910, f. 222).

Elliot Kimberley. — Report of an investigation of water and sewage purification plants in Ohio. (Columbus Ohio 1908.)

Favre (W.). — Gesundheits ingénieur, 1907.

Grandeau (L.). — La purification des eaux potables et l'épuration des eaux d'égout. (*Bulletin de la Soc. d'encouragement par l'industrie nationale*, janvier 1905.)

Grasset (Dr E.). — Travaux d'hygiène de la ville de Riom, (eau potable). (Associat. française pour l'avancement des sciences, congrès de Clermont-Ferrand 1908.)

Hering (Rudolph.). — Principes fondamentaux de l'épuration des eaux d'égout. (*Engineering News*, vol. LXI, 1909).

Imbeaux. — Comparaison de la situation des villes françaises et des villes allemandes au point de vue de l'assainissement. (Egouts et épuration des eaux d'égouts). — (*Revue d'hygiène et de police sanitaire*, t. XXXI, nº 10, 1909.)

IMHOFF (K.). — Die biologische Abwassereinigung in Deutschland. (Mitteilungen a. d. Konigl. Prüfungsanstalt für Wasserversogung und Abwasserbeseitigung. Heft. 7, 1906.

L. P. KINNICUTT, C. E. A. WINSLOW, et R. WINTHROP PRATT. — Sewage disposal (1re éd. New-York, John Wiley, 1910).

LACOMBLE (J.). — Le sort des matières grasses dans les différentes phases de l'épuration biologique des eaux vannes en milieux artificiels. (Revue d'Hygiène Paris, 1906, p. 817).

CH. LAURENT et CARLE BAHON. — L'épuration des eaux d'égoût. (Imprimerie Nouvelle, Rennes 1911).

LOEWY (André). — Note sur l'épuration des eaux d'égoût sur sol artificiel. (Revue d'Hygiène et de police sanitaire, t. XXXV, 1913).

MACÉ et IMBEAUX. — Ensemble des mesures techniques propres à rendre et à maintenir salubres les agglomérations humaines. (Congrès d'Hygiène sociale à Nancy, 22-24 juin, 1906).

Massachusetts Institute of Techvology, Boston. — Contributions from the Sanitary Research Laboratory and Sewage Experiment Station 1905-06.

MASSON et CALMETTE. — Instructions générales pour la construction des égoûts. L'évacuation et l'épuration des eaux d'égoût. (*Revue d'Hygiène et de police sanitaire*, t. XXXI, n° 10, octobre 1909, page 973).

De Pauliny (A.). — Rapport sur la purification de l'eau potable, et l'épuration des eaux résiduaires, par voie biologique. (IIe Congrès national d'Assainissement, Genève 4-12 septembre, 1906.)

Pottevin (H.). — Epuration biologique des eaux d'égoût (IIe Congrès national d'Assainissement, Genève 4-12 septembre 1906).

Reid (G.). — Fewage disposal and the qualities essential on a sewage efflent. (*Journal of the Sanitary Institute*, London 1913, page 90).

Rideal (S.). — Sewage and bactérial purification of sewage. (2e éd. London, the Sanitary Publish Co, 1901).

Rolants (E.).— Le contrôle de l'épuration des eaux d'égoût, (*Revue d'Hygiène et de police sanitaire* t. XXX 1908).

Rolants (E.). — Les matières organiques colloïdales dans les eaux d'égout. (*Revue d'hyg. et de police san.*, t. XXXI, 1909.)

Rôle de la fosse septique dans l'épuration des eaux et égout. (*Revue d'hyg. et de police san.*, t. XXXIII, 1911.)

E. Rolants et A. Gallemand. — La nitrification dans les lits bactériens aérobies. (*Revue d'hygiène*, Paris, 1901.)

Rouchy (Ch.). — Les eaux d'égout de Paris. Leur traitement par l'épandage sur sol naturel, par la méthode biologique, par colonne épuratrice, (Paris 1907).

Sidney Barwise. — The purification of sewage, (London, 1904).

TAYLOR. — Etudes sur la répartition de l'eau dans les lits bactériens percolateurs. (Eug. Record, 1909, vol. 59, p. 510).

THOMPSON (J.). — Témoins de la purification des effluents d'eau d'égouts. (*Journal of the Royal Institute of Public Health*, janvier 1910.)

SPILLNER. — Dissolution des boues dans les fosses septiques. Gesundheits ingénieur, 1909, nº 50, p. 825.

VINCEY. — Epuration des eaux d'égout. (*Bulletin de la Société d'encouragement par l'industrie nationale*, décembre 1907.)

WILLIAM MAIR. — Rôle des bactéries dans les procédés biologiques d'épuration des eaux d'égout. (*The journal of Hygiene*, 1908, p. 609.)

TABLE DES MATIÈRES

pages

AVANT-PROPOS 9

INTRODUCTION 13

PREMIÈRE PARTIE. — L'évacuation de l'épuration des eaux usées 17

Historique, Législation 17

Rapport Masson et Calmette 20

Théorie biologique artificielle 28

DEUXIÈME PARTIE. — Les égoûts de la ville de Riom .. 35

La ville, topographie, irrigation, alimentation en eau potable 35

Historique des égoûts de la ville de Riom 38

Technique de l'installation : 1° Réseau urbain ... 43

2° Station d'épuration. 51

Fonctionnement 60

Analyses 67

Economie du réseau exécuté 70

Entretien 71

TROISIÈME PARTIE. — Revue critique de l'intallation de Riom 77

CONCLUSIONS 91

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE 95